PRIMER CONGRESO NACIONAL DE INGENIERIA

MADRID
MCMXIX

FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

R 73 1

S : 45/9-I

FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

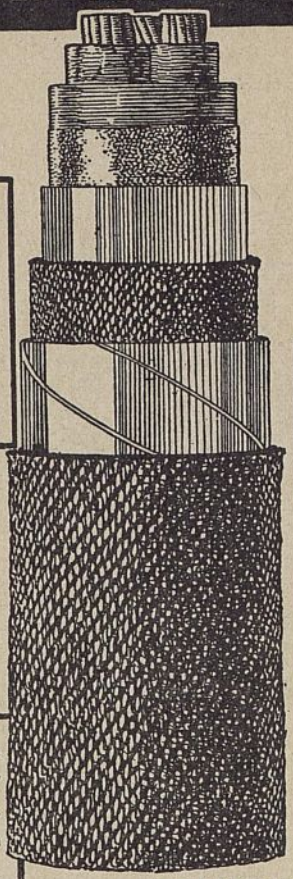
FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

FUNDACION JUANELO TURRIANO
BIBLIOTECA

FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

PRODUCTOS PIRELLI, S.A.

FÁBRICAS EN VILLANUEVA Y GELTRÚ



HILOS y CABLES eléctricos aislados para todas las aplicaciones de la electricidad, desde los hilos para timbres y cordones flexibles para lámparas, a los cables armados para líneas subterráneas, transporte de fuerza, telegrafía y telefonía.

MACIZOS para camiones y llantas para carruajes. Cámaras de aire para automóviles.

Artículos de GOMA para cirugía, higiene y aplicaciones técnicas. Tubos y Mangueras para usos industriales.

PRESUPUESTOS GRATIS

CONCESIONARIA EXCLUSIVA

COMERCIAL PIRELLI S.A.

MADRID — ALCALÁ, 73

BARCELONA — RONDA DE LA UNIVERSIDAD, 18

BILBAO — GRANVÍA, 12

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

CEMENTO PORTLAND ARTIFICIAL

"ASLAND"

DE LA

COMPAÑIA GENERAL DE ASFALTOS Y PORTLAND **ASLAND**

Producción anual: 200.000 toneladas.

Se emplea el **cemento ASLAND** en las siguientes obras importantes:

Canal de Aragón y Cataluña, ídem de Isabel II, Riegos del Guadalquivir, Pantano de Riudecañas, ídem de Foix, ídem de María Cristina, ídem de Alfonso XIII, ídem de Guadalmellato, Riegos y Fuerza del Ebro, Defensa contra las inundaciones del Ebro, Depósitos Aguas potables de Zaragoza, Alcantarillados de Barcelona, ídem de Madrid, ídem de Sevilla, ídem de La Coruña, Pavimentados de Barcelona, ídem de Madrid, ídem de Zaragoza, ídem de Sevilla, ídem de Málaga, ídem de Valencia, ídem de Cádiz, Hidroeléctricas de Cataluña, ídem de Castilla, ídem de Aragón, ídem de Andalucía, ídem de Valencia; Tranvías y Ferrocarriles de España, Puertos de Barcelona, ídem de Castellón, ídem de Valencia, ídem de Alicante, ídem de Cartagena, ídem de Algeciras, ídem de Cádiz, ídem de La Coruña, ídem de Vigo, ídem de Ceuta, ídem de Melilla, ídem de Las Palmas (Canarias); Diques de El Ferrol y Cádiz y obras militares en las Comandancias de Melilla, Palma de Mallorca, Gran Canaria, Cádiz, Córdoba, Barcelona, etc, etc.

Obras importantes realizadas en Lisboa y Oporto por la República portuguesa.

Obras de saneamiento en Buenos Aires (República Argentina).

Obras de saneamiento en Río Janeiro (Brasil).

Obras de saneamiento en Fernando Póo.

Campamento en Francia, y obras de defensa del ejército expedicionario norteamericano.

Obras del puerto de Casablanca (Marruecos francés).

Oficinas: Plaza de Palacio, 15.—BARCELONA

Dirección telegráfica y telefónica: ASLAND

PIDANSE PRECIOS Y CERTIFICADOS DE ENSAYO
DE TODOS LOS LABORATORIOS OFICIALES

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

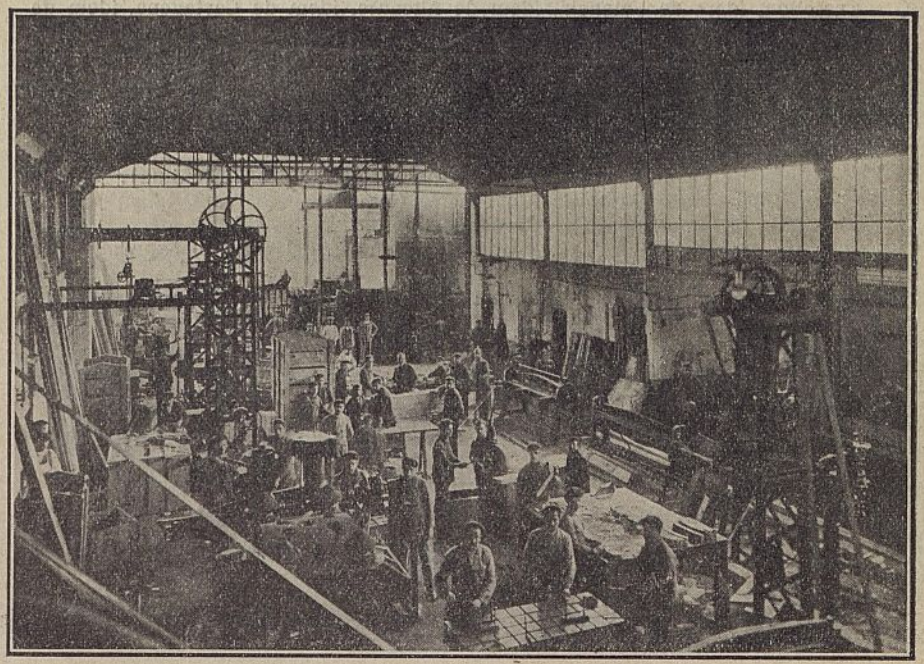
HOLIG S.A.

TRANSFORMADORES
Y APARATOS DE PROTECCION

Unica casa en España que puede construir transformadores hasta 100.000 voltios, y capacidades hasta 5.000 K. V. A., por poseer una perfecta y completa instalación de compundaje a presión y secado al vacío.

SE CONSTRUYEN TRANSFORMADORES EN PLAZOS MUY CORTOS

Fábrica y oficinas: Paseo Imperial, 20.—MADRID
Teléfono 22-68 M.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

SUMINISTRO PARA INDUSTRIAS METALÚRGICAS

FORGAS & FONT - Sdad. anónima.

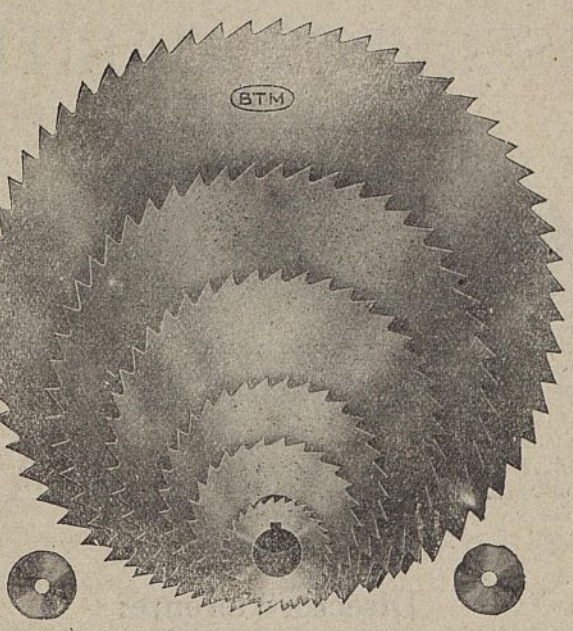
Teléfono núm. 2933. — MADRID — Belén, núm. 19.

Aceros fundidos al crisol para herramientas **JOEL SHEFFIELD**

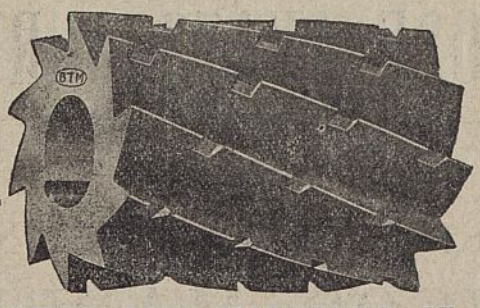
B.T.M.

Aceros Nickel y Cromo Nickel, marca **DUNLET SHEFFIELD**

Aceros calibrados ingleses para tornillería. Ejes y órganos para transmisiones.—Fresas y sierras circulares de fabricación inglesa B. T. M. Escariadores, brocas, machos, sierras para metales, etcétera. Accesorios para talleres y herramientas de precisión.



TORNILLOS DE BANCO TIPO CERRAJERO



TORNILLOS PARALELOS INGLESES "RECORD"

PRESUPUESTOS PARA MAQUINARIA EN GENERAL

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

ARGOS

COMPAÑIA ESPAÑOLA DE SEGUROS

SEGUROS
Y
REASEGUROS MARITIMOS

AGENCIAS EN
EN TODOS LOS PUERTOS ESPAÑOLES
Y PRINCIPALES EXTRANJEROS

Dirección general:

Calle de Sagasta, núm. 17.—MADRID

Director-Gerente:

DON JOSE AYATS SURRIBAS

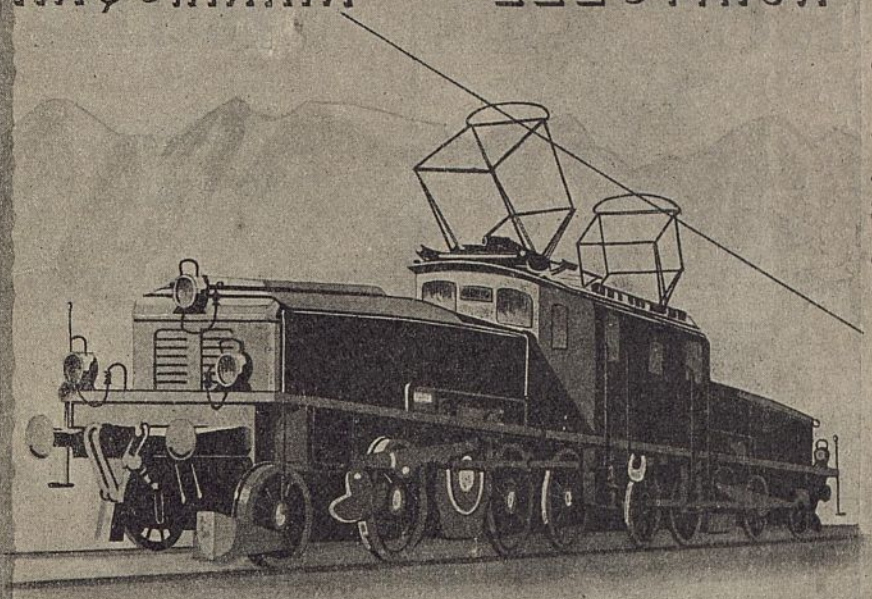
Teléfono núm. 19-34 J.

TELEGRAMAS Y TELEFONEMAS
ARGOS—MADRID

FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

OERLIKON

MAQUINARIA ELECTRICA



FERROCARRILES — ELECTRICOS
TURBOGENERADORES — GRUAS
GENERADORES — MOTORES
TRANSFORMADORES ETC.

SCHINDLER Y BEHN EN CTA.
SOCIEDAD ESPAÑOLA
MADRID BARCELONA
Huerta 11 OERLIKON Caspe 54

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

ROCALLA para CUBIERTAS

DE TODAS CLASES

La **ROCALLA**

es

PIZARRA ARTIFICIAL

compuesta de

CEMENTO

y

AMIANTO

comprimidos, y reúne las condiciones más completas de

LIGEREZA,
RESISTENCIA,
DUREZA e
IMPERMEABILIDAD

Por su gran ligereza proporciona una aprovechable **ECONOMIA** en la construcción en general.

JOSE ESTEVA Y COMPAÑIA

OFICINAS:

Puerta del Angel, 1 y 3, pral.—Teléfono 3344-A.

Fábrica en Sarriá.—Teléfono 6044-A.

BARCELONA

CONSTRUCCIONES de CUBIERTAS con carácter industrial y demás.

Pídanse toda clase de detalles y Presupuestos.

LOS TRABAJOS SON CUIDADOS CON TODO ESMERO

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

R. WOLF (S. A.)-MAGDEBURG-BUCKAU

CONCESIONARIO EXCLUSIVO:

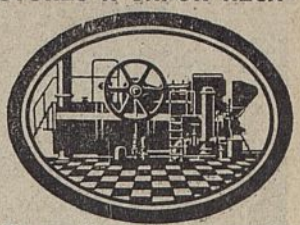
ESTEBAN CARRERAS PONS, *Ingeniero*

Alcalá, 52-MADRID-Apartado 291

SEMIFIJAS DE VAPOR RECALENTADO

Monocilíndricas, tandem y compound gemelas, con condensación, a escape libre y contrapresión, para todos los ramos de la industria, desde 15 a 800 HP.—Servicio simultáneo de fuerza y vapor a calor para usos industriales.—Utilización práctica de toda clase de combustibles sólidos, líquidos y gaseosos.

LOCOMOTORAS : MOTORES "DIESEL" : TRACTORES A VAPOR RECALENTADO Y SATURADO : TRENES DE TRILLA CON LOCOMOVILES A VAPOR RECALENTADO Y MAQUINAS PARA LA INDUSTRIA CERAMICA : SATURADO y fabricación de ladrillos silíceo-calcáreos : **INSTALACIONES AZUCARERAS : BOMBAS CENTRIFUGAS** para todos los usos, alturas y caudales : **FILTROS POR ASPIRACION** para el tratamiento de lodos.



Gran reserva de fuerza. Ocupan espacio reducido. Instalación sencilla. Facilísimo manejo.

COMPAÑIA DE CABLES ELECTRICOS, S. A.

FABRICA NACIONAL DE TODA CLASE DE HILOS Y CABLES ELECTRICOS

CABLES SUBTERRÁNEOS

FABRICA en CORNELLA DEL LLOBREGAT

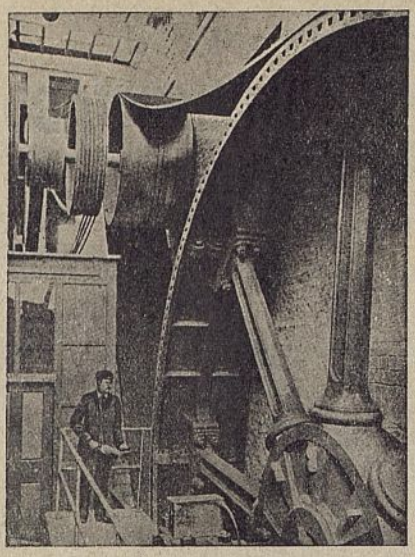
OFICINAS: Aragón, núm. 234. — BARCELONA

ENVIAMOS MUESTRAS Y CATALOGOS A QUIEN LOS SOLICITE

Dirigir la correspondencia al Apartado 618.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

CORREAS TEJIDAS Y EMBREADAS



marca

"SCANDINAVIA" M C M

(fabricación inglesa).

EXISTENCIA PERMANENTE EN TRES ESPESORES, HASTA 508 M/M DE ANCHO

Correas de cuero impermeable marca "DUXBAK" (fabricación americana).=Correas de cuero (fabricación de la Casa).=Sujetadores Crescent.=Poleas de madera.=Piedras y muelas de esmeril.=Muelas de Corindon.=Esmeriles puros de Naxos en polvo.=Plombaginas.=Electrodos de grafito.=Crisoles de grafito.=Magnesita calcinada cáusca (cemento).=Cloruro de magnesia (sal).

MINAS DE GRAFITO, PLOMO, HIERRO, CARBON Y MANGANESO

MANUEL BLASI, S. A.

Paseo San Juan, 13. **Teléfono 147 S. P.**

BARCELONA

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

FERIA DE LYON

1.º al 15 de marzo.
1.º al 15 de octubre.

EL MAXIMUM DE NEGOCIOS
EL MINIMUM DE TIEMPO
EL MINIMUM DE SITIO
EL MINIMUM DE GASTOS

PARA INFORMES

Bazán, 8. SEVILLA

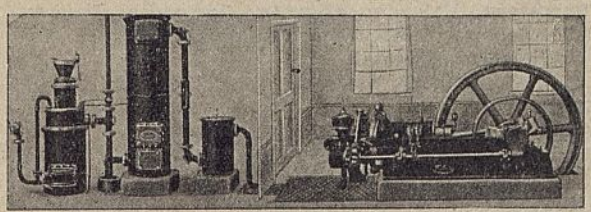
Jovellanos, 9. BARCELONA

SOCIEDAD DE ELECTRICIDAD

J. VALVERDE Y COMPAÑIA

(S. EN C. POR ACCIONES)

Almacenes de maquinaria y material eléctrico.—Estudios y contratos de instalaciones eléctricas.—Fábricas de electricidad en Portimao y ciudad de Faro (Portugal).—Fábrica de Ascensores, Motores y Montacargas en Madrid. Fábrica de lámparas en Comta (Valencia). —Representantes en España y Portugal de: Bruce Peebles & C.ª Ltd. (Edimburgh). Motores, Dinamos, Alternadores, Grupos Convertidores y Conmutatrices. — Hay-Marion Ltd. (Londres). Turbinas Hidráulicas y Ruedas Pelton.—Chamberlain & Hoockham Ltd. (Inglaterra). Contadores eléctricos.—Lucey Manufacturing Corporation (New York y Londres). Turbinas de vapor, pequeños grupos electrógenos, material y accesorios para la industria.—Contadores de agua Niágara (Norte-América).—Transformadores eléctricos.—Lámparas Royal Britania de un vatio. Lámparas de medio vatio. Americanas.—Máquinas de vapor y calderas.—Motores de gas pobre, aceite, petróleo y gasolina, horizontales y verticales.—Cuando necesiten adquirir maquinaria o materiales, podrán beneficiar sus intereses pidiéndonos ofertas.



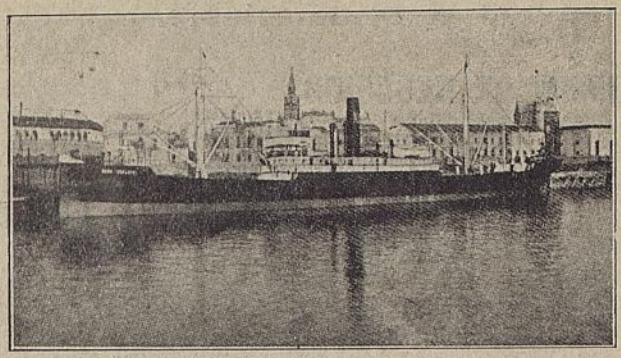
VIGO.—Oficina y Almacén: Urzáiz, 11.—Apartado de Correos núm. 9.—Dirección telegráfica: VALVERDE.—Teléfono núm. 118.

MADRID.—Oficina técnica: Preciados, núm. 23.—Apartado de Correos núm. 866.—Dirección telegráfica: VALVERDE.—Teléfono núm. 31-74 M.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

YBARRA Y COMPAÑIA — SEVILLA

Sociedad en Comandita.—Telegramas: IBARRA



LINEA REGULAR DE VAPORES

con itinerarios fijos con los siguientes servicios:

SERVICIO RAPIDO SEMANAL desde Bilbao a Barcelona, con las escalas de:
IDA.—Santander, Málaga, Alicante, Valencia y Barcelona.
REGRESO.—Valencia, Alicante, Málaga, Sevilla, Vigo, Villagarcía, Coruña, Musel, Santander y Bilbao.

SERVICIO CORRIENTE SEMANAL DESDE PASAJES A MARSELLA, con las siguientes escalas:
IDA.—Pasajes, Bilbao, Santander, Coruña, Ferrol, Villagarcía, Vigo, Cádiz, Sevilla, Huelva, Málaga, Almería, Cartagena, Aguilas, Alicante, Valencia, Tarragona, Barcelona, San Feliu de Guixols, Cette y Marsella.
REGRESO.—Marsella, Barcelona, Valencia, Alicante, Cartagena, Aguilas, Almería, Málaga, Cádiz, Huelva, Sevilla, Vigo, Villagarcía, Coruña, Ferrol, Musel, Santander, Pasajes, Bilbao.

SERVICIO QUINCENAL DESDE SEVILLA A GIJON, con las escalas
IDA.—Sevilla, Avilés, Gijón.
REGRESO.—Avilés, Gijón, Cádiz, Huelva y Sevilla.

SERVICIO CADA VEINTE DIAS DESDE SEVILLA A NUEVA YORK, con las siguientes escalas:
Desde Sevilla, directo a Nueva York.
REGRESO.—Nueva York a Barcelona, Cádiz, Sevilla.

Informes: Los respectivos consignatarios, y en

SEVILLA: Oficinas de la Dirección, San José, 5

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

VAPORES CORREOS ESPAÑOLES

DE

Pinillos, Izquierdo y Comp.ª

CADIZ

	Toneladas		Toneladas
Infanta Isabel	16.500	Balmes	6.000
Catalina	7.500	Conde Wifredo	6.000
Barcelona	7.500	Martín Sáenz	6.000
Cádiz	7.500		

SERVICIOS PARA MERCANCIAS Y PASAJEROS

Cada veinte días para América del Sur: **Santos, Buenos Aires y Montevideo.**

Quincenal para las Antillas: **Puerto Rico, Santiago de Cuba, Habana y New Orleans.**

PARA INFORMES DE FLETES, PASAJES, FECHAS DE SALIDAS, ETC., DIRIGIRSE A SUS ARMADORES,

PINILLOS, IZQUIERDO Y COMP.ª

Plaza de San Agustin, número 2 === CADIZ

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

LA METALLURGIQUE ELECTRIQUE, S. A.

Capital: de 5.000.000 frs.—14, Rue Taitbout—PARIS
Fábricas: Paris—Javel, Paris—Balard, Ivry-s/Seine y St. Léonard (H. Vienne).

Aparatos eléctricos "Vedovelli" para alta y baja tensión: Interruptores, Disyuntores, Transformadores de potencia, Transformadores de corriente y tensión, Separadores, Relais, Pararrayos, Cortacircuitos, Resistencias, etc.
Cuadros de Distribución.—Pupitres, Columnas de maniobra, Celdas para aparatos de alta tensión, etc.
Material eléctrico para Ferrocarriles, tranvías, transporte de energía, minas y metalurgia.
Porcelana para alta tensión.—Aisladores de suspensión tipo **"Eslabón VPC"** para transporte de fuerza (hasta 150.000 v.), tracción eléctrica y telegrafía sin hilos.
Piezas de material aislante moldeado para todas las aplicaciones de la industria eléctrica.
Postes de cemento armado, construídos verticalmente, patente **"Vedovelli".**
Fabricación de aceros (eléctricos, especiales y ordinarios).—Fundición de bronce, latón y aluminio.—Moldeo de toda clase de piezas.
Construcciones mecánicas.—Máquinas herramientas (punzonadoras, taladradoras, muelas de esmeril, etc).—Tornillos de banco, Yunques, Zapapicos, etc.
Ejecución de instalaciones completas de redes, centrales, estaciones transformadoras.—Electrificación de ferrocarriles y fábricas.

Representante general para España y Posesiones:
L. OSTENERO, INGENIERO — **BARCELONA**
Plaza de Cataluña, 22.-Teléfono 5289 A.-Dirección telegráfica: MELECTRA

MAQUINARIA DE PRECISION

Cincinnati Milling.	Fresadoras.
Cincinnati Bickford.	Taladros.
Cincinnati Planer.	Planeadoras.
Cincinnati Automatic.	Tornos Automáticos.
Lodge & Shipley.	Tornos Paralelos.
Acme Machine Tool.	Tornos Revólver.
Norton Co.	Muelas.-Rectificadoras.
Gould & Eberhart.	Limadoras-Máqs. Dentar
Union Twist Drill.	Brocas.-Fresas.
Crucible Steel C.°	Aceros.

AGENTE EXCLUSIVO PARA ESPAÑA

HIJO de MIGUEL MATEU

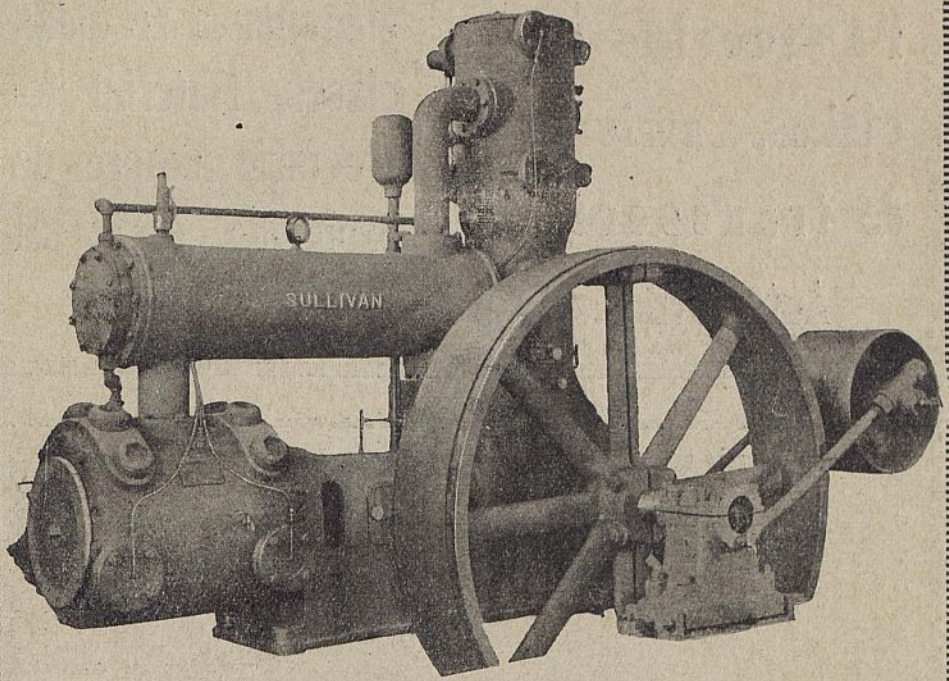
HIERROS MAQUINARIA ACEROS

BARCELONA

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

SULLIVAN MACHINERY C.º

Compresores o Martillos o Perforadoras
Aguzadoras o Sondas o Descalzadoras
Acanaladoras o Elevación de líquidos.



Compresor Sullivan "WJ-3"

AGENCIA GENERAL

GUMERSINDO GARCIA

MADRID: Bárbara de Braganza, 10. **BARCELONA:** Fontanella, 18.

GIJON: Marqués de San Esteban, 50. **VIGO:** Urzáiz, 30.

EL STOCK MAS IMPORTANTE DEL MUNDO

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Jorge Behrendt

MADRID

Pl. de las Salesas, 10.

Apartado 289.

Panaderias mecánicas, Camiones de transporte, Automóviles.

Jorge Behrendt

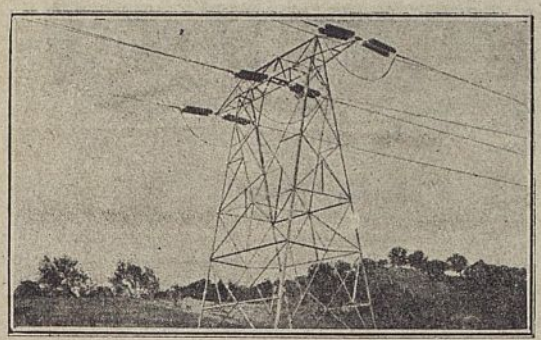
MADRID

Pl. de las Salesas, 10.

Apartado 289.

Maquinaria de todas clases, Material ferroviario, Motores de explosión, Material de minas.

CABLES DE ALUMINIO REFORZADOS CON ACERO



Línea de 725 Km. a 150.000 voltios de "Big Creek" a Los Angeles, California (EE. UU.). El cable tiene una sección de Aluminio de 300 mm², y está reforzado con un alma de Acero. Los vanos varían de 170 a 875 metros. En América hay más de 25.000 kilómetros de cable de Aluminio en servicio.

En España estamos en condiciones de ofrecer cables de Aluminio, con o sin refuerzo de Acero, para líneas de alta y baja tensión, y "feeders" para redes de tranvías. Además podemos facilitar técnicos con práctica en obras de este género para dirigir las instalaciones.—Facilitaremos gustosos presupuestos y toda clase de datos.

ALUMINIO Y MAGNESIO EN TODAS FORMAS COMERCIALES

ALUMINUM COMPANY OF SOUTH AMERICA

Pittsburgh, Pa. (U. S. A.)

Sucursal para España y Portugal:
Fernanflor, 6—MADRID

Dirección postal: Apartado 900.
Idem telegráfica: ALUMINUM

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

INSTITUTO DE INGENIEROS CIVILES DE ESPAÑA

Primer Congreso Nacional de Ingeniería

CELEBRADO EN MADRID

DURANTE

LOS DÍAS 16 AL 25 DE NOVIEMBRE DE 1919

TRABAJOS DEL CONGRESO

TOMO I

Sección 1.ª—*Obras públicas e Industrias de transportes.*
– 2.ª—*Material de transportes y Construcción naval.*
– 3.ª—*Mecánica, motores y máquinas-herramientas.*

MADRID
SUCESORES DE RIVADENEYRA (S. A.), «ARTES GRÁFICAS»
Paseo de San Vicente, núm. 20.
1920

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

PREÁMBULO

Es momento de honda emoción para el Comité organizador este de la aparición del libro del primer Congreso Nacional de Ingeniería.

Tales obras son realmente la huella obligada de todos los congresos; mejor dicho, los congresos mismos que se fijan y perduran.

Y, sin embargo, esta publicación, que parece empresa corriente y sencilla, ha tropezado, en nuestro caso, con no pocas dificultades que la han puesto en trance de zozobrar.

Fué planteado el Congreso, como se recordará, fijando cuotas tan reducidas, que permitieran la inscripción a las clases de menos recursos económicos; y, por otra parte, para extender la acción cultural de aquél, se arrogó el Comité el compromiso de repartir gratuitamente entre los asociados todas las publicaciones que del Congreso salieran.

Y es que los organizadores tenían fe en el éxito y en los entusiasmos y concursos que éste suscita. Estaban además decididos a facilitar el acceso y la colaboración de todos, y a difundir pródigamente los resultados de la obra.

Y, en efecto, la atención solícita de los Poderes públicos, apreciando los apuros de aquella situación, nos ha permitido realizar la hazaña de editar, ¡en estos tiempos!, más de 4.000 ejemplares de esta voluminosa obra que hoy nos complacemos en ofrecer a los Congresistas todos.

* * *

El plan a que se ajusta este libro es el siguiente: cada tomo contendrá los trabajos de tres Secciones consecutivas de las doce en que el Congreso fué dividido. Los respectivos contenidos serán, en consecuencia:

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Tomo I.....	Sección	1.ª—Obras públicas e industrias de transportes.
	—	2.ª—Material de transportes y Construcción naval.
	—	3.ª—Mecánica, motores y máquinas-herramientas.
Tomo II.....	Sección	4.ª—Minas y Metalurgia.
	—	5.ª—Física y Química industriales.
	—	6.ª—Electrotecnia.
Tomo III..	Sección	7.ª—Industria agrícola y sus derivadas.
	—	8.ª—Industria forestal y sus derivadas.
	—	9.ª—Aplicaciones de la industria nacional a las artes de la guerra.
Tomo IV...	Sección	10.ª—Enseñanza técnica elemental y superior.
	—	11.ª—Organización del trabajo, higiene y previsión sociales.
	—	12.ª—Economía y legislación industrial.

Exigencias editoriales imponen esta distribución, aun reconociendo que algunos de los grupos, como el del tomo III, no son todo lo homogéneos que deseáramos.

Como la Sección 12.ª quedó abierta, después de clausurado el Congreso, para formar proyectos relacionados con el "Plan de reconstitución nacional", en lo que a la misión de la Ingeniería civil se refiere, tiene el Comité el pensamiento de publicar además, si las circunstancias económicas se lo permiten, un volumen que contenga los trabajos allí elaborados, y otro que consistirá en una artística información gráfica de la "Exposición aneja al Congreso de Ingeniería", que, simultáneamente a éste, se celebró en los Palacios de Exposiciones del Parque de Madrid. Pretenden estos seis volúmenes dar una idea completa de la labor realizada por el primer Congreso Nacional de Ingeniería.

* * *

Confiamos en que nuestros lectores, a quienes no se les ocultan las dificultades de una publicación como la presente, habrán de perdonar los muchos defectos que en esta compilación encontrarán sin duda.

Pero hay circunstancias que el Comité no puede menos de rozar: nos referimos a la necesidad en que se ha visto, por exigencias económicas, de prescindir o de publicar en extracto algunos meritísimos tra-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

bajos presentados, especialmente aquellos que por su extensión o por sus complejidades editoriales de figuras, planos, estados, etcétera, recargarían con exceso el coste de la publicación. A la hidalguía de todos apelamos, seguros de que perdonarán estas reducciones, que somos los primeros en deplorar.

Desistimos de insertar los trabajos ya publicados por sus autores, muchos de los cuales nos advierten que ponen ejemplares a disposición de aquellos Congresistas a quienes interesen.

Contrariando además ofrecimientos reglamentarios, y también por las razones antes apuntadas, vese obligado el Comité a no entregar a cada Congresista sino un ejemplar de esta obra; y no por ello deja de reconocer los méritos contraídos por los autores de trabajos y por los socios protectores y corporativos, a todos los cuáles expresa desde este lugar sus vivos sentimientos de devoción y gratitud.

* * *

Desde la celebración del Congreso—noviembre de 1919—hasta la fecha en que estas líneas escribimos, ha pasado la Junta Directiva por fuertes emociones de diversa índole, que juzgamos pertinente consignar aquí.

Ha sufrido dos pérdidas muy dolorosas: la del sabio Ingeniero de Montes Excmo. Sr. D. Francisco de Paula Arrillaga, Secretario perpetuo de la Academia de Ciencias y Presidente, entusiasta y activo, de la Sección 8.ª del Congreso, y la del prestigioso compañero ilustrísimo señor D. Fernando B. Villasante, Presidente de la Asociación de Ingenieros de Minas, Jefe de los servicios correspondientes del ministerio de Fomento, y Presidente de la Sección 4.ª del Congreso, el cual tan asidua e inteligentemente trabajó en la organización de este certamen. Perdió con ellos la Junta dos autorizados y celosos Vocales; los Ingenieros, dos sabios compañeros, y la Nación, dos modelos de ciudadanía, de tanto valor moral como profesional y científico.

Frente a estas tristes impresiones, se complace el Comité en expresar su satisfacción porque dos ilustres compañeros del mismo han sido elevados a los consejos de la Corona: los Excmos. Sres. D. Francisco Terán y D. Emilio Ortuño pasaron a regir, respectivamente, los ministerios de Abastecimientos y de Fomento, demostrando en tan difíciles cargos, y más aún en las circunstancias en que los han desempeñado, relevantes dotes de cultura y patriotismo.

* * *

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Nos es especialmente grato consignar los nombres de los ilustres Ingenieros que organizaron felizmente, en medio de dificultades que parecían insuperables y ante apuros vehementes de tiempo, la interesante Exposición de Dibujos y Modelos aneja al Congreso. El número considerable de visitantes que la honraron constituye la más clara demostración de su éxito, por el que felicitamos cordialmente a los señores Boguerín, Ortiz de la Torre, Unciti, Rexach, Montenegro, Maluquer, Peñóñori, Rovira, Castillo, Inclán, Torres de la Serna, Serrano, Escoriaza, Donoso-Cortés, Pérez-Urruti y Bergamín, que por su actividad y celo, se hicieron acreedores al reconocimiento sincero de todos.

* * *

Como observarán los lectores, todas o casi todas las Secciones acordaron delegar en el Instituto de Ingenieros Civiles el señalamiento de época y lugar en que haya de repetirse el Congreso. Bien se comprende, en efecto, las dificultades de precisar desde entonces aquellas circunstancias, ya que la repetición, no solamente depende de la laboriosa tarea organizadora, sino que ha de relacionársela con otros certámenes análogos, tales como los de la Asociación para el Progreso de las Ciencias y los Congresos de Economía y Asambleas de Ferrocarriles, concursos interesantísimos de inolvidable recuerdo, e iniciativas tan plausibles como la Exposición de Industrias Eléctricas de Barcelona, de que tanto espera la Nación. El conjunto de estos actos, que, en definitiva, tienden al mismo fin, deberán ser tenidos en cuenta para decidir aquellos extremos. Sólo se ha permitido el Comité insinuar su esperanza de que, en Congresos sucesivos, puedan colaborar con la Ingeniería española las Ingenierías extranjeras, a cuyos certámenes y asambleas podrá también la nuestra llevar gallardas y valiosas aportaciones, y su propósito de llegar a organizar en su día, coincidiendo con algún Congreso, una gran Exposición de la Industria Española, objeto de sus preocupaciones.

* * *

Para terminar, consignaremos nuestra gratitud fervorosa hacia Su Majestad el Rey, que, honrando con su presencia la solemne sesión de apertura y la fiesta inaugural de la Exposición, reuniendo y obsequiando a los Congresistas en recepción brillantísima e inolvidable que en el Real Palacio se celebrara, tanto realce y esplendor dió al Congreso, y hacia los Ministros Sres. Maura, Cambó, Calderón, Prado y Palacio, Dato, Bugallal, Tovar, Ortuño, Vizconde de Eza, Espada, Bergamín y

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Cañal, que a su tiempo han contribuído con sus alientos y decidido concurso a la celebración del Congreso y a la publicación del presente libro.

Que éste aporte una sola idea a la cultura técnica mundial y convenza de los afanes que siente nuestra Ingeniería por ayudar al engrandecimiento de España, y se habrán satisfecho cumplidamente todas las aspiraciones del Comité organizador.

Madrid, junio, 1920.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

COMITÉ DE HONOR

Excmo. Sr. Presidente del Consejo de Ministros.
" " Ministro de Fomento.
" " " " Instrucción Pública.
" " " " Hacienda.
" " " " Guerra.
" " " " Marina.
" " " " Gobernación.
" " " " Abastecimientos.

Excmo. Sr. D. Ricardo Aranaz, General de Artillería del Ejército.
" " " José de Arce, Ingeniero Agrónomo.
" " " Daniel González, General de Artillería de la Armada.
" " " Fernando Junoy, Ingeniero Industrial.
" " " José M.ª de Madariaga, Ingeniero de Minas.
" " " José Marvá, General de Ingenieros del Ejército.
" " " Ambrosio Montero, General de Ingenieros de la Armada.
" " " Juan Navarro Reverter, Ingeniero de Montes.
" " " José Rodríguez Carracido, Rector de la Universidad Central.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Excmo. Sr. D. Amós Salvador, Presidente de la Real Academia de Ciencias.

" " " Leonardo Torres Quevedo, Ingeniero de Caminos.

" " Marqués de Aldama.

" " D. Eduardo Maristany, Marqués de la Argentera.

" " Marqués de Arriluce de Ibarra.

" " D. Luis M.ª de Aznar.

" " Conde Caralt.

" " Marqués de Comillas.

" " Vizconde de Eza.

" " Marqués de Urquijo.

" " Conde de Zubiría.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

COMITÉ ORGANIZADOR

Excmo. Sr. D. Francisco Terán, Presidente.
" " " Federico Laviña, Vicepresidente.
" " Marqués de Alonso Martínez.
" " D. Segundo Cuesta y Haro.
Ilmo. Sr. D. Fernando B. Villasante.
" " " Manuel Casanova.
Excmo. Sr. D. Emilio Ortuño y Berte.
Ilmo. Sr. D. Alfredo Mendizábal.
Excmo. Sr. D. José V. de Arche.
Ilmo. Sr. D. Enrique Hauser.
" " " Andrés Avelino de Armenteras.
Sr. D. Julián Iturralde.
" " Juan Fatjo, Tesorero.
" " Pedro Pablo Alarcón.
" " Felipe de Cos.
" " Juan A. Pérez-Urruti, Secretario General.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

JUNTA DE LA EXPOSICIÓN

ANEJA AL CONGRESO

Ilmo. Sr. D. Ricardo Boguerín, Presidente.

Sr. D. Joaquín Ortiz de la Torre.

" " Ricardo Martínez Unciti.

" " José Rexach.

" " Manuel Maluquer.

" " Antonio Montenegro.

" " José Peñoñori.

" " Pablo Rovira.

" " Wenceslao Castillo.

" " Victorino Serrano de la Fuente.

" " José María de Escoriaza.

" " Horacio Torres de la Serna.

" " Alberto Inclán.

" " Ricardo Donoso-Cortés.

" " Juan A. Pérez-Urruti.

" " Rafael Bergamín, Secretario.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

RELACIÓN DE CONGRESISTAS

Número de la inscripción.

I.—SOCIOS PROTECTORES

38 "Unión Resinera Española".
114 Don Luis Mariano Vidal (Barcelona).
168 Sociedad "Altos Hornos de Vizcaya".
271 "Central de Papeles Sedas" (Alcoy).
272 "Central Papelera", S. A.
273 "La Papelera Española".
300 Don Manuel Loring, Conde de Mieres.
376 Don Armando Malye, Director de "Peñarroya".
532 Sociedad Española de Construcción Naval.
1.219 Excmo. Sr. Duque de Tarifa.
1.494 "Minas y Fábrica de Mieres".
1.680 Sociedad anónima "Cementos Portland" (Pamplona).
1.712 Don Rafael Aznar (Bilbao).
2.768 Sociedad Minera y Metalúrgica de Peñarroya.

II.—SOCIOS CORPORATIVOS

5 Sociedad Española de Construcciones Metálicas.
27 "La Papelera Española".
45 Sociedad de Construcciones y Pavimentos.
84 "Taller de Precisión, Laboratorio y Centro Electrotécnico de Artillería".
86 "La Carbonífera del Ebro".
87 Señor Marqués de Camps, Ingeniero de Montes.
98 Real Academia de Ciencias Físicas y Naturales.
109 Sociedad "Industrial Asturiana".
136 "Fábrica de aceros, alambres, puntas y derivados", de don Juan Manuel de Mazarrasa.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Número de la inscripción.

137 "Talleres de Construcción", de Mario y Rezola (Logroño).
141 Unión Española de Fábricas de abonos, de productos químicos y superfosfatos.
142 Sociedad Popular Ovetense.
145 Compañía de los Ferrocarriles de Mallorca.
147 Señor Director-Gerente de la Sociedad Española de Construcción Naval.
152 "Los Tranvías de Barcelona", S. A.
160 Navas y Compañía, Maquinaria y Oficina técnica.
163 Laforet y Compañía, fabricantes de carburo de calcio.
190 Sociedad anónima "Serra" (Villa del Ter).
191 Asociación de Agricultores de España.
195 Sociedad Metalúrgica Duro-Felguera.
204 Instituto Nacional de Previsión.
211 Compañía General de Portland y Asfaltos Asland.
221 G. y A. Figueroa.
243 "Pirotecnia Militar" (Sevilla).
244 Sociedad anónima "Tubos Forjados".
247 Maestranza de Artillería (Sevilla).
268 Compañía del Ferrocarril Cantábrico (línea de Santander a Llanes).
269 Asociación de Ingenieros Agrónomos.
274 Señores Portu Hermanos y Compañía, S. en C. (Villabona).
275 Señores Salieti y Sala R. C. (Gerona).
276 Señores Soto Tuduri y Compañía, S. en C. (Tolosa).
277 "Papelera de Azores", S. A. (Charamoa).
278 Mendía, S. A. (Hernani).
279 Señora Viuda de Quirico Casanovas (Barcelona).
280 Sres. J. Sesé y Compañía, S. en C. (Tolosa).
281 Manuel Vancells, S. en C. "La Aurora" (Gerona).
282 Luis Montiel y Compañía, S. en C.
283 Ruiz de Arcante y Compañía, S. en C. (Tolosa).
284 Miguel Rivilla y Compañía (Cegama).
285 Remigio Albórs (Alcoy).
286 Federico San Hermanos (Ribas).
287 "La Salvadora", S. A. (Villabona).
288 Limousín, Aramburu y Raguan (Tolosa).
289 Garín Hermanos y Berroeta (Tolosa).
290 "Echazarreta", S. A. (Irura).

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Número de la inscripción.

291 "Bujak-Cat", S. A. (Hernani).
292 Vicente San Gil (Tolosa).
299 Rubet Hermanos (Barcelona).
301 Fábrica de papel continuo de Juan Capdevila (Barcelona).
302 Asociación de Ingenieros de Minas.
325 Asociación de Ingenieros de Montes.
333 Talleres de Material de Ingenieros Militares (Guadalajara).
356 Cámara Agrícola de Caravaca (Murcia).
389 Escuela de Ingenieros Industriales (Barcelona).
397 Editorial de Saturnino Calleja, S. A.
403 Fábrica Nacional de Toledo.
411 Moltó, Santorja y Compañía, fábrica de papel (Alcoy).
415 2.º Regimiento de Ferrocarriles (Alcalá de Henares).
445 Laboratorio del Material de Ingenieros del Ejército.
460 Academia de Ingenieros Militares.
463 Museo y Biblioteca de Ingenieros del Ejército.
491 Maestranza de Artillería.
506 Escuela de Ingenieros de Caminos.
529 Escuela de Ingenieros de Montes.
539 Productos Pirelli, S. A.
540 "Carbones de Berga" (Barcelona).
557 Sociedad anónima "Minas de Teverga" (Bilbao).
578 Academia de Artillería.
581 Mina "Tres Amigos" (Mieres, Oviedo).
582 "Hulleras de Riaza" (Mieres, Oviedo).
586 Fábrica de Armas de Oviedo.
596 Asociación de Ingenieros Industriales.
600 Sociedad Franco-Española de Explosivos (Cartagena).
629 Fábrica de Artillería (Sevilla).
684 Centro Electrotécnico de Ingenieros.
729 Escuela de Ingenieros Agrónomos.
740 S. Torras Doménech, fabricante de papel (Barcelona).
747 Maestranza de Artillería de Barcelona.
749 Junta Superior de la Asociación Nacional de Ingenieros Industriales.
754 Sociedad Saint-Gobain et Cirey.
757 Cámara Oficial de Comercio, Industria y Navegación (Bilbao).
782 "La Montañesa" (Zaragoza).
815 Sociedad de Minas de Cobre de San Platón.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Número de la inscripcinó.

823 Fábrica de pólvoras de Murcia.
843 "Revista Minera, Metalúrgica y de Ingeniería" (Madrid).
868 Don Francisco Montenegro, Ingeniero de Caminos.
872 Compañía anónima "Papelera del Este de España".
880 Agrupación de Ingenieros Industriales de Bilbao.
902 Junta Central de Colonización y Repoblación Interior.
920 Compañía Anónima de Hilaturas Fabra y Coats (Barcelona).
924 Asociación Mineras Exportadoras de la Provincia de Huelva.
931 Jefatura de Construcciones Navales.
932 Ingenieros y Maquinistas de la Armada.
933 Arsenal de la Carraca.
934 Arsenal de Cartagena.
935 Arsenal de El Ferrol.
940 Fomento Industrial y Mercantil del Reino de Valencia.
963 Comisión burgalesa de iniciativas ferroviarias.
1.024 Asociación de Ganaderos del Reino.
1.033 Compañía Norteafricana.
1.045 Indurain, Esteban y Compañía (Zaragoza).
1.058 "Ingeniería Internacional" (Nueva York).
1.089 Cámara de Comercio de los Estados Unidos en España (Barcelona).
1.124 Consejo Provincial de Agricultura y Ganadería de Santa Cruz de Tenerife.
1.130 Cámara Agrícola Oficial de Gran Canaria.
1.132 Casa École Marelli y Compañía.
1.145 London County Westminster and Parr's Bank Ltd. (Madrid).
1.175 Servicio de Aeronáutica Militar.
1.177 Sociedad "Hullera Vascoleonesa".
1.264 Jordi and Imbert, lámparas de seguridad.
1.391 Sindicato para el Desagüe de las Minas del Llano del Beal (Cartagena).
1.408 Don Juan Navarrorreverter, Ingeniero de Montes.
1.474 Don Eduardo Maristany, Ingeniero de Caminos.
1.481 "Industrias de Cobre Electrolítico".
1.543 Víctor Felgueroso y Fijar (Gijón).
1.553 Asociación de Ayudantes y Auxiliares de los Cuerpos de Ingenieros Civiles del Estado.
1.623 Museo de Artillería.
1.682 Delineantes de Obras públicas.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Número de la inscripción.	
1.683	Escuela de Ingenieros de Minas.
1.699	Sociedad anónima "Basconia" (Bilbao).
1.719	Dirección técnica de las Obras del Puerto de Barcelona.
1.724	Bianchini y Compañía, Ingenieros (Barcelona).
1.758	Aluminium Company of South America.
1.774	Asociación de Sobrestantes.
1.846	Fábrica de Pólvoras y Explosivos (Granada).
1.909	Viuda de Amado Laguna de Ríus (Zaragoza).
1.922	Sociedad anónima "Eclipse".
1.962	Marrodán y Alzola, constructores de maquinaria (Logroño).
1.973	Asociación de Fabricantes Británicos de Máquinas-útiles.
1.999	Cubiertas y Tejados, S. A. (Barcelona).
2.010	"La Transformadora de Electricidad".
2.016	Real Compañía Asturiana de Minas.
2.027	Ayuntamiento de Pamplona.
2.059	Diputación de Pamplona.
2.079	Truco y Corbella.
2.081	Sociedad I. E. M.
2.085	Sociedad Construcciones Babcock and Wilcox.
2.139	Mariano del Corral.
2.220	"La Unión Alcoholera Española".
2.221	Sociedad General Azucarera de España.
2.244	Astilleros de la Compañía Transmediterránea.
2.322	"La Oxhídrica Española".
2.333	Catalana de Gas y Electricidad.
2.334	Junta de Patronato de Ingenieros y Obreros Pensionados en el Extranjero.
2.371	Ramiro Suárez Bermúdez, Escuela Industrial.
2.459	Sociedad "La Energía Eléctrica de Cataluña".
2.462	Escuela Central de Ingenieros Industriales.
2.465	Sociedad Española Oerlikon.
2.531	Comandancia General de Ingenieros, quinta Región (Zaragoza).
2.532	Regimiento de Pontoneros (Zaragoza).
2.589	Comisión Leonesa de Iniciativas Ferroviarias.
2.792	Sociedad Ama Ibar.
2.840	Instituto Católico de Artes e Industrias.
2.915	"Arura".
2.940	Antonio Bourbón, de la Sociedad de Ingenieros de Francia.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Número de la inscripción.

2.988 Sociedad Chavarri Petrement y Compañía.
3.021 Compañía de Construcciones Hidráulicas y Civiles (Madrid).
3.123 Sociedad Central de Arquitectos.
3.177 Crupo Ibérico de Ingenieros de la Escuela Central de París.
3.380 Sociedad Hidráulica Santillana.
3.393 Primer Regimiento de Ferrocarriles.
3.652 Cámara Oficial de Comercio, Industria y Navegación (Vigo).
3.788 "Producción", revista.
3.991 Federación Católica Agraria.
3.994 A. W. K. Billings.
4.066 Junta de Obras del Puerto de Vigo.
4.083 Diputación Provincial de Segovia.

III.—SOCIOS NUMERARIOS

1 D. Luis Sánchez Cuervo.
2 D. Luis Manjarrés y Robles.
3 D. Alvaro Moreno de Carles.
4 D. Ricardo García Cañada.
6 D. Valentín Vallhourat.
7 D. Eladio Morales Arjona.
8 D. Federico Laviña y Laviña.
9 D. José March y Docet.
10 D. Joaquín Fernández de Navarrete.
11 D. Julián Freixiuet Cortés.
12 D. Bienvenido Oliver y Román.
13. D. Alberto Fesser y Fesser.
14 D. José María de Madariaga y Casado.
15 D. Eugenio Labarta.
16 D. Rafael Arnaiz y Sánchez de la Campa.
17 D. José María Sainz.
18 D. Martín Agustín y Tosantos.
19 D. José H. Cascón.
20 D. José L. Martín Jiménez.
21 Señor Conde de Daya Nueva.
22 D. Rafael Ferris y Vila.
23 D. Antonio Meliá Castellanos.
24 D. Gregorio Esteban de la Reguera.
25 D. Nicolás María de Urgoiti.
26 D. José María de Urgoiti.
28 D. Pedro de Avila y Zurbarán.
29 D. Angel Fernández Rodríguez.
30 D. Teodoro Arriola Calleja.
31 D. Manuel González Heredia.
32 D. José María Marchessi Sociato.
33 D. Enrique de las Cuevas y Rey.
34 D. Manuel Barandica y Ampuero.
35 D. Dámaso Barreto.
36 D. José Albelda y Albert.
37 D. Emilio Serrano Navas.
39 D. Marcelo Sarasola y Sarasola.
40 D. José Vicente de Arche.
41 D. Juan Manuel de Zafra.
42 D. Antonio Sonier.
43 D. Sebastián Tauler.
44 D. Casimiro Pando Argüelles.
46 D. Ignacio Bequiristerni.
47 D. José María Tejada.
48 D. Enrique de Nardiz Alegría.
49 D. José Gil de Ramales.
50 D. Miguel Bermejo.
51 D. Antonio Esquivias Zurita.
52 D. Andrés Morán Arroyo.
53 D. Saturnino González Reviriego.
54 D. José Ortega.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

55 D. Javier Sagaseta.
56 D. Alberto Castiñeyra.
57 D. Antonio Ganuza.
58 D. Miguel Ganuza y del Riego.
59 D. Nicolás de Bustinduy y Vergara.
60 D. Luis Montiel Balanzat.
61 D. Manuel Lázaro Callejo.
62 D. Ceferino López Sánchez-Avecilla.
63 D. Isidro Casáus y Andrés.
64 D. Luis Molini Ulibam.
65 D. Víctor Cruz Manso de Zúñiga.
66 D. Enrique Hauser.
67 D. Horacio Bentabol Ureta.
68 D. José Nicoláu Sabater.
69 D. Angel Hernáez Díaz.
70 D. José González Esteban.
71 D. Pablo Fernández Quintana.
72 D. Alfonso Ruiz de Assín y Navarro.
73 D. Basilio Paraíso.
74 D. José Valls y Torres.
75 D. Ricardo Codorniú y Stárico.
76 D. Manuel Vilella.
77 D. Manuel Malo de Molina.
78 D. José Solana.
79 D. Carlos Labais y Ruiz.
80 D. Francisco Palacios Granell.
81 D. Ricardo Calvo Martínez.
82 D. Pedro Novo y Chicharro.
83 D. Hildebrando Herrero y Gallego.
85 D. José María Salazar y Alvarez-Arcaya.
88 D. Carlos Fesser Fernández.
89 D. Federico Keller Merquíriz.
90 D. Luis Rodríguez Arango Somoza.
91 D. Luis Pombo Polanco.
92 D. Juan Teixidor Barrán.
93 D. Angel Esteva.
94 D. Manuel Esponera Bertegón.
95 D. Carlos Mendoza.
96 D. José Jiménez Guiral.
99 D. Francisco de P.ª Arrillaga.
100 D. Luis R. Villamil.
101 D. Emilio Pérez Gómez.
102 D. Fernando Atienza y de Reynoso.
103 D. Wistrebundo de Loma y Lovaggi.
104 D. Juan Martín de Rosales.
105 D. Manuel María Gayán.
106 D. José Lillo Sanz.
107 D. Joaquín Aguirre e Hidalgo de Quintana.
108 D. Juan Pascual del Pobil.
110 D. Félix de Iturriaga y de la Peña.
111 D. Ginés Moncada.
112 D. Manuel Aguilar y López.
113 D. Luis María Vilano Páramo.
115 D. Eugenio Sánchez Real.
116 D. Víctor Paustman.
117 D. Victoriano Celaya y Lekue.
118 D. Emilio Colomina Raduán.
119 D. G. Pedro Mathet y Rodríguez.
120 D. Abilio Calderón y Rojo.
121 D. Antonio Rico y Rico.
122 D. Emilio Martínez y Sánchez-Gijón.
123 D. Alberto Méndez Romero.
124 D. Pedro Moreno Agrela.
125 D. Juan José Santa Cruz.
126 D. Pedro Berroya Martínez.
127 D. José Coderch y Serra.
128 D. Próspero Laforga Navarro.
129 D. Pedro Zárraga.
130 D. Gabriel López Bienert y Soler.
131 D. Manuel González Cabrera.
132 D. Antonio González Cabrera.
133 D. José Zaforteza y Musoles.
134 D. Fernando P. Casariego y Terrero.
135 D. Juan Manuel de Mazarrasa.
138 D. Felipe Steva y Planas.
139 D. Francisco Casamajó y Alié.
140 D. Vicente Rivadeneyra Villasuso.
143 D. Rafael Frutos Villa.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

144 D. Fernando Averly.
146 D. Leoncio Barrán y Galinier.
148 D. Juan García y García.
149 D. Eduardo Caballero de Puga.
150 D. Vicente de la Puente y Quijano.
151 D. Enrique Rivas Beltrán.
153 D. Manuel Moreno Pasquan.
154 D. Julio Eguílaz.
155 D. Ramón Bañeres Cavero.
156 Sres. Rodés Hermanos.
157 D. Manuel Espárrago Fernández.
158 D. Joaquín Sales Homedes.
159 D. Francisco López Díez de Bedoya.
161 D. José María Navas.
163 D. Antonio Anguis Díaz.
164 D. Juan Moreno.
165 D. Ramón de Aguinaga.
166 D. José de Aguinaga Keller.
167 D. Víctor Pradera Larrumbe.
169 D. Domingo Goitia Ajuria.
170 D. José Salazar.
171 D. Aniceto Cervero.
172 D. Ignacio de Noriega.
173 D. Juan A. Pérez-Urruti.
174 D. Juan Farias.
175 D. Guillermo O'Shea.
176 D. Joaquín Mendizábal, Conde de Peñaflorida.
177 D. Manuel Ruiz Fallcó.
178 D. Javier Bordín y Prat.
179 D. José María Rubio y Muñoz.
180 D. César Rubio Muñoz.
181 D. Enrique Rubio Sandoval.
182 D. Agustín Marín y Bertrán de Lís
183 D. Alfonso del Valle y Lersundi.
184 D. Luis Santa María y Cominero.
185 D. Rafael Sánchez Lozano.
186 D. Enrique Villate, Conde de Valmaseda.
187 D. Francisco de Paula Ciriquián.
188 D. Miguel Angel Esteve.
189 D. Gonzalo Garrido y Pérez de las Bacas.
192 D. Paulino Castells y Vidal.
193 D. Luis de Arana Garamundi.
194 D José Ayala Juve.
196 D. Antonio Cordero López del Rincón.
197 D. Arturo Mulet Almenar.
198 D. Gustavo Pittaluga.
199 D. Francisco Gascué.
200 D. Eduardo Herbella Zobel.
201 D. Ernesto Ferrer Mira.
202 D. Isidoro Rodrigáñez Sánchez Guerra.
203 D. Juan J. Ruano de la Sota.
205 D. José Marvá Mayer.
206 D. Jaime Mestres Ferrer.
207 D. Juan Fallcó.
208 D. Vicente García Castañón.
209 D. Ludovico Perreau.
210 D. Juan J. Serrate.
212 D. Francisco Sánchez Vidaurreta.
213 D. Bartolomé Corominas Vader.
214 D. Teodoro Moreno Suit.
215 D. Luis de la Figuera Lezcano.
216 D. Antonio Garrido y Pérez de las Bacas.
217 D. Marcelino San Miguel y Dirube.
218 D. José Abbad y Boned.
219 D. Jesús Briones y García Escudero.
220 D. Federico de Vargas.
222 D. Nicolás Iraola.
223 D. Francisco Gea Perona.
224 D. Ricardo Buesa.
225 D. Jerónimo Garrido Pulido.
226 D. Manuel Aulló y Costilla.
227 D. José Casares Gil.
228 D. Manuel de Cincinegui y Chacón.
229 D. Primitivo Hernández Sampelayo.
230 D. Alfonso Fernández.
231 D. J. Miláns del Bosch.
232 D Enrique Dupuy de Lome.
233 D. Arsenio de Odriozola.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

234 D. Prudencio de Verástegui.
235 D. Wifredo Delclós.
236 D. Emilio de Navascués y Sanz.
237 D. Jesús Barreiro.
238 D. Federico Turell Boladores.
239 D. José L. Mancisidor.
240 D. Gaspar García de Viedma Esteva.
241 D. Julio de Lazúrtegui.
242 D. José de Acuña y Gómez de la Torre.
245 Sres. Hijos de Domingo Gómez.
246 D. José de Arancibia y Lebario.
248 D. Francisco Guitart Sivilla.
249 D. Félix Gregorio y de Villota.
250 D. Antonio del Campo.
251 D. Ricardo Gómez.
252 D. Santiago Olazábal.
253 D. Ernesto Cañedo-Argüelles.
254 D. Vicente Lajara.
255 D. Octaviano Griñán.
256 D. Herminio G. Real.
257 D. Eladio Caro.
258 D. Isidoro Lora.
259 D. José María Gerona.
260 D. Enrique Milián Martínez.
261 D. Manuel Escolano.
262 D. José Mestres Borrell.
263 D. Emilio Vellando.
264 D. Julio Capara y Marqués.
265 D. Alfonso Aceball.
266 D. Joaquín Martínez Draga.
267 D. Narciso Ullastres Coste.
270 D. José Luis Gómez Navarro.
293 D. Ramón Ruiz de Arcante.
294 D. Ignacio de Arrillaga.
295 D. José Miguel Díez Ulzurrun.
296 D. Francisco de Pando-Argüelles
297 D. Ramón del Cueto.
298 D. Florentino Azpeitia.
303 D. Juan A. de Madariaga.
304 D. José G. Espinar.
305 D. Enrique Muñoz García Lomas.
306 D. José María Soler Carreras.
307 D. Augusto Silpitrón.
308 D. Juan Figuera de Vargas.
309 D. Ricardo Arana y Tarancón.
310 D. Marcos Pérez de la Cuesta.
311 D. Alfonso Arias Chacel.
312 D. Roulando Clart.
313 D. José Alvarez Vázquez.
314 D. Eduardo Aburto.
315 D. Angel García.
316 D. Felipe Rodríguez López.
317 D. Celso Arévalo Carretero.
318 D. Rafael Aparici y Aparici.
319 D. Enrique Baixeras y Felipe.
320 D. Martín Acha y Lascaray.
321 D. Gordón Douglas.
322 D. Juan Noya Badía.
323 D. Pantaleón Calvo Sesé.
324 D. Alfredo Escribano Rojas.
326 D. Mario Aráus Ladreros.
327 D. José Pérez y Compañía.
328 D. Pedro Ferrando Mas.
329 D. Enrique Satrústegui Barrie.
330 D. Ignacio Sánchez Ferragut.
331 D. José María Escoriaza.
332 D. Buenaventura Esteva.
334 D. Braulio Albarellos y Sanz de Tejada.
335 D. Cayetano Cornus y Paláu.
337 D. Pedro Saráchaga y Nogales.
338 D. Florencio Achalandabaso.
339 D. José María López-Dóriga y López-Dóriga.
340 D. José Fernández España.
341 D. José Canalejo Noar.
342 D. José Aramburu.
343 D. Jesús Martínez García.
344 D. Joaquín Romay Mancebo.
345 D. José Gayoso Cusé.
346 D. Luis Carretero Nieva.
347 D. Julio Otero.
348 D. Mario Martínez y Ruiz de la Escalera.
349 D. Luis Solano y Polanco.
350 D. Angel Jimeno Conchillos.
351 D. Ramón Díez del Corral.
352 D. Ignacio Ugarte Macaraga.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

353 D. Juan Rafael Aguirre.
354 D. Antonio Fraile.
355 D. Luis Martínez Carrero y de Mata.
357 D. Eugenio García Acha.
358 Sr. Marqués de Gorbea.
359 D. Rafael Flórez Antón.
360 D. Carlos Mataix Aracil.
361 D. Isidoro de Uriarte Claver.
362 Sr. Marqués de Alonso Martínez.
363 D. Alberto Villanueva Labayen.
364 D. Manuel Casanova y Conderana.
365 D. Manuel de Ortega Villegas.
366 D. Jesús Casanova y Conderana.
367 D. Tomás Fernández Quintana.
368 D. Luis Cortés.
369 D. Mariano Pérez Serrano.
370 D. Antonio González Martín.
371 D. José Gómez Redondo.
372 D. Luis Morales Rodríguez.
373 D. José Irió e Isla.
374 D. Ramón Orozco Hidalgo de Torralba.
375 D. Juan Gómez Moreno.
377 D. Rafael Carrión Folgado.
378 D. Rafael Sierra Moya.
379 D. Guillermo Quintanilla.
380 D. Eladio Romero Bohórquez.
381 D. Antonio Philip.
382 D. Leandro Navarro.
383 D. Angel Arancón.
384 D. Pablo Rovira.
385 D. Manuel Grande de Vargas.
386 D. Vicente Crespo y León.
387 D. José María Grande de Vargas.
388 D. Jorge Torner.
390 D. Mariano Fernández Cortés.
391 D. Juan López Chicheri.
392 D. Ricardo Gans.
393 D. Claudio Aldereguía.
394 D. Luis Monge.
395 D. Antonio G. Vallejo.
396 D. Francisco Carvajal Martín.
398 D. Tomás Balbás.
399 D. Manuel Querejeta.
400 D. José Casáus y García Samaniego.
401 D. Eduardo Noriega Abascal.
402 D. Carlos Balenchano.
404 D. Rafael Ceballos Escalera.
405 D. Francisco Mira y Botella.
406 D. Fernando Landecho.
407 D. Rafael Palacios del Valle.
408 D. Francisco Menéndez Martín.
409 D. Juan Mas del Ribero.
410 D. Luis Silió Cortés.
412 D. Fernando de Cárdenas.
413 D. José Laporta Valor.
414 D. Antonio Aznar.
415 D. F. Graner Felis.
417 D. Eduardo Ramos.
418 D. Ramón Serrano Navarro.
419 D. Luis Ugaste Sainz.
420 D. Miguel López Hernández-Cabezas.
421 D. Luis Alfonso Gordó.
422 D. Fernando Cantero Cózar.
423 D. Oscar Ami Colom.
424 D. Lorenzo Angel Patiño.
425 D. José Capell Jordana.
426 D. Cayo Puga.
427 D. Rodrigo de Rodrigo.
428 D. Ignacio F. de la Somera.
429 D. Manuel Aledo.
430 D. Félix Boix.
431 D. Ramón María Serret y Mirete.
432 D. Alfonso Peña y Bonet.
433 D. Manuel Echevarría y Roncal.
434 D. Benigno Colomo.
435 D. Eduardo Barrón y Ramos de Sotomayor.
436 D. Ramón Hernández Mateo.
437 D. Emilio Durán.
438 D. Manuel Bertrán de Heredia.
439 D. José Riviere e Iturraspe.
440 D. Pedro Samper Basseda.
441 D. César de los Mozos Muñoz.
442 D. José García Benítez.
443 D. José Serrat Bonastre.
444 D. Ramiro Muñoz Remisa.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

446 D. Juan Miranda González.
447 D. Jesús Miranda González.
448 D. Ignacio Mazeres Alted.
449 D. Blas Vives Llorca.
450 D. Ramón Peragalo Rojas.
451 D. Eduardo Travesedo, Conde de Maluquer.
452 D. Fernando Moreno Suit.
453 D. Horacio Torres de la Laserna.
454 Sr. Conde de Montornés.
455 D. Saturnino Zufiaurre.
456 D. Francisco Terán Morales.
457 Doña Josefa Amézaga.
458 Doña Josefa Beltrán de Heredia.
459 D. Antonio Marín.
461 D. Francisco Marín Pérez.
462 D. Manuel Gallego Velasco.
463 D. Benildo Aberca.
464 D. Víctor M. Domingo.
465 D. Faustino Pérez Cirera.
466 D. Francisco Isasa.
467 D. Antonio Mas García.
468 D. Juan Campos Martín.
469 D. José Cambronera y Zorrilla.
470 D. Francisco Fraguas Carcelín.
471 D. Luis Martínez Román.
472 D. José González Prieto.
473 D. Antonio Llansó.
474 D. Ezequiel González.
475 D. Jesús Ugarte.
476 D. José Luján Alcázar.
477 D. Justino Alemán Báez.
478 D. Germán de León y Castillo.
479 D. Juan Muñoz Pruneda.
480 D. Dionisio Ponce de León.
481 D. Julio Yáñez y Albert.
482 D. Manuel Cuartero.
483 D. Diego Belando y Santisteban.
484 D. Miguel Cardona y Julia.
485 D. Cesáreo de Madariaga.
486 D. Ramiro Puig y Puig.
487 D. Fernando B. Villasante.
488 D. Fermín Marquina.
489 D. Manuel Barrios Alcón.
490 D. Narciso Puig de la Bellacasa.
492 D. José de Churruca, Conde de Motrico.
493 D. Alfonso Churruca.
494 D. Juan Manella y Corrales.
495 D. Patricio Morales Paniza.
496 D. Juan López Coca.
497 D. Isidro González Soto.
498 D. Ricardo Guardiola.
499 D. Luis Malo de Molina.
500 D. Amadeo Sola.
501 D. Manuel Castaño Boada.
502 D. Bernabé Monfort.
503 D. Ignacio Víctor Florió.
504 D. José Almagro Sanmartín.
505 D. Pedro A. Higueras Rojas.
507 D. Luis de Beaumont.
508 D. Patricio Juárez.
509 D. Nicolás de Ochoa y Lorenzo.
510 D. Jorge Loring.
511 D. Ginés Montel Martínez.
512 D. Rafael Cort Alvarez.
513 D. Laureano Pérez Benedí.
514 D. Joaquín La Casta.
515 D. Eladio Martínez Mata.
516 D. José Cabellos Díaz de la Guardia.
517 D. Juan Antonio Suances Fernández.
518 D. Alfredo Pardo y Pardo.
519 D. Francisco Martínez Maldonado.
520 D. Antonio López Martínez.
521 D. Teodomiro González.
522 D. José de Martos Roca.
523 D. Severo Flórez García.
524 D. Enrique Meseguer Villalba.
525 D. Luis Heraso.
526 D. Saturnino Briones y García Escudero.
527 D. Victoriano Serrano Lafuente.
528 D. Vicente Burgaleta y Pérez-Laborda.
530 D. Julián Iturralde.
531 D. Antonio Marín Hervás.
533 D. Manuel María Arrillaga.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

534 D. Elías Ugarteche.
535 D. Alejandro Villegas.
536 D. Joaquín Miranda González.
537 D. José Fernández Ladreda.
538 D. Eduardo Alvarez Valenti.
541 D. Félix González.
542 D. Rafael Díaz García.
543 D. Pedro Mendizábal Larrumbe.
544 D. Augusto Miranda y Maristany.
545 D. Angel Méndez Orbegoso.
546 D. Ramón Pardo y Suárez.
547 D. Pedro de Zubelda y Herrero.
548 D. Leonardo Villegas Gayango.
549 D. Santiago Muñoz Gómez.
550 D. Tomás de Villanueva.
551 D. Ramón Blanco y Pérez de Camino.
552 D. Cristino Corredor.
553 D. José Torán de la Rad.
554 D. Aurelio Capilla y del Valle.
555 D. Pedro Ponce de León y Pérez.
556 Doña Amalia L. Ruza de Farias.
558 D. Juan Cornejo Carvajal.
559 D. Luis Capdevila Gelabert.
560 D. Francisco de Anchóriz.
561 D. Emilio Pirani y del Vechio.
562 D. Lucano Yordi Menchaca.
563 D. José Real y Fernández de Zea.
564 D. Juan García Dueñas.
565 D. Rafael Barboso y Rodríguez.
566 D. Orestes Cendero.
567 D. José Bellver.
568 D. Rafael Maldonado Rato.
569 D. Juan de la C. Cuadrada.
570 D. Luis Sánchez Benito.
571 Doña Emilia Aguirre de Acha.
572 D. José Mañas Bouvín.
573 D. Mario de la Escosura y Méndez.
574 D. Jaime Coll y Soriano.
575 D. Félix Ara y Olarte.
576 D. Valeriano Balzola Echeverría.
577 D. Segismundo Cereceda Martínez.
579 D. José María Laviña y Beránger.
580 D. Emilio Herrera.
583 D. Juan Antonio Dorronsoro.
584 D. Francisco Caso Suárez.
585 D. Eduardo Alcobé.
587 D. Luis Moya Idigoras.
588 D. Leonardo Torres Quevedo.
589 D. Federico de Castro.
590 D. Manuel Aguinaga.
591 D. Eduardo Gallego Ramos.
592 D. Calixto Serichor.
593 D. Ernesto Llamazares.
594 D. José Sors Suárez.
595 D. Alberto Collado Ruiz.
597 D. Hermenegildo Gorria y Royán.
598 D. Alberto Fesser Fernández.
599 Doña Consuelo Teresa de Fesser.
601 D. Pío Suárez Inclán.
602 D. Vicente Roa de Miranda.
603 D. Julio Soler Jóver.
604 D. Ramón Valera y Jáuregui.
605 D. Cipriano M. Sabater Ventosa.
606 D. L. José de Torróntegui.
607 D. Emilio Gómez Flores.
608 D. Jaime Martorell Portas.
609 D. José Gregorio Martínez.
610 Doña Asunción Selva.
611 Doña Ana Martínez.
612 Doña María Asunción Martínez.
613 D. Florentino de la Fuente y Zalba.
614 D. Carlos Bernal García.
615 D. Antonio Notario de la Muela.
616 D. Pedro Rodríguez Pelado.
617 D. Román Ingunza.
618 D. Francisco León Trejo.
619 D. Marcos García Martínez.
620 D. José Petrinera Gorricoechea.
621 D. Emilio Velo Castro.
622 D. Félix Martínez San.
623 D. Manuel Carrasco Cadena.
624 D. José Bach Ecija.
625 D. Francisco Pou y Pou.
626 D. Fermín Pérez Nanclares.
627 D. José Fornovi Martínez.
628 D. Ricardo Acebal y Cueto.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

530 D. Jerónimo Aurura Dolader.
631 D. Antonio Fontán de la Orden.
632 D. Antonio González Arnao.
633 Señor Conde de Torrepando.
634 D. Miguel de la Torre e Ibáñez.
635 D. Juan Manuel España.
636 D. Adolfo Ramírez.
637 D. José María Vela Cañellas.
638 D. José Giral.
639 D. Manuel Sáenz Temple.
640 D. Jaime Zardoya Morera.
641 D. Antonio Salvador Gómez.
642 D. Emilio Riu.
643 D. Augusto Ponce de León.
644 D. Gabriel Ponce de León.
645 D. Luis García Alix.
646 D. Fernando Vignote.
647 D. José Llamas.
648 D. José Borrell.
649 D. José María Semprún.
650 D. Balbino Rioja.
651 D. Estanislao Arrillaga Rodríguez.
652 D. Antonio García Romero.
653 D. Emilio López Sánchez.
654 D. Luis González Verdejo.
655 D. José Laguna Ezquerra.
656 D. Enrique de Landecho.
657 D. Luis G. Beneyto.
658 D. Fernando García Puelles.
659 D. Manuel Gurtler.
660 D. Cristóbal Colón Lapuente.
661 D. José Maluquer Nicoláu.
662 D. Pedro José Lucía.
663 D. Luis Graupera.
664 D. Antonic López Gosálvez.
665 D. Mariano Corral García.
666 D. Elías Antón Torregrosa.
667 D. Andrés Fernández Cuervo.
668 D. Antonio Gómez Flores.
669 D. Luis Cerezo.
670 D. Ramón Rodríguez y Rodríguez.
671 D. Baldomero Gaspar Rodrigo.
672 D. Angel Ullastres.
673 D. José María de Soroa.
674 D. Isidoro Aguiló.
675 D. Manuel Rodríguez y Rodríguez.
676 D. Juan de la Escosura.
677 D. Nicolás Sant.
678 D. José María Cornet.
679 D. Segundo Cuesta y Haro.
680 D. Antonio Fernández de Navarrete.
681 D. A. Fernández de Navarrete.
682 D. Francisco Fernández de Navarrete.
683 D. Antonio Victory.
684 D. José Tafur.
685 D. Rafael Ariza.
686 D. José Díaz.
687 D. Román Oriol.
688 D. Francisco de la Peña.
689 D. Daniel Nagore.
690 D. Manuel Pérez-Urruti.
691 D. Luis Troncoso.
692 D. Vicente Laquidain.
693 D. Enrique Lebourchard.
694 D. Victoriano Salinas.
695 D. Cándido García y S. Cantalejo.
696 D. Gorgonio Uriarte.
697 D. Manuel Boceta.
698 D. Aureliano Quintero.
699 D. Federico Baeza Torrecilla.
700 D. César de Cañedo-Argüelles.
701 D. Claudio Aranzadi.
702 D. José de Aguilar.
703 D. Celso Escobedo.
704 D. Luis Barroya Berroeta.
705 D. Antonio de Lezama.
706 Doña Encarnación Irigoras de Lezama.
707 D. Luis Sánchez Blanco.
708 D. Máximo Pérez Fornies.
709 D. Luis Pequeño.
710 D. Joaquín Cruz Bru.
711 D. Angel Arrúe.
712 D. Carlos Preysler Moreno.
713 D. Conrado Granell.
714 D. Juan Brotóus.
715 D. Diego Alvarez de los Corrales.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

716 D. José de la Muela.
717 D. Pedro Fernández Santaella.
718 D. Laureano Liñán Mesa.
719 D. José Durango.
720 D. José Cruzet.
721 D. Tomás Brioso.
722 D. Joaquín Ortiz Villajos.
723 D. Miguel Martín García Vaso.
724 D. Manuel Valcárcel.
725 D. Ramón Díaz Petersen.
726 D. Manuel Delgado.
727 D. Juan Calmarza.
728 D. Pascual Carrión.
730 D. Manuel de Igartúa.
731 D. Alejo González.
732 D. Emiliano Enríquez.
733 D. Félix de Urtiaga.
734 Doña Trinidad Tapia de Urtiaga.
735 Doña Pilar Tapia.
736 D. Elías López Ulivarri.
737 D. P. Eduardo Vitoria.
738 D. Luis Viró.
739 D. Martín de Sada.
741 D. José Valenti.
742 D. Angel Delclaux.
743 D. Manuel Ferrandis Nacker.
744 D. Rafael Sánchez de León.
745 D. Carlos Blanco Pozo.
746 D. Antonio Mora.
748 D. Jaime Andréu.
750 D. Luis Camilleri.
751 D. Alejo García González.
752 D. Francisco Loguina.
753 D. Mauro Serret.
755 D. Andrés Guillamot.
756 D. José María Mas de Xaxaets.
758 D. Federico Maybol.
759 D. Gustavo Morales.
760 Señora viuda de Wenceslao Guarro.
761 D. Ignacio Balseyro.
762 D. Daniel Maqueda.
763 D. Ramón Castañer.
764 D. Angel Carrera.
765 D. Saturnino Cancio.
766 D. Miguel Martínez de Septién.
767 D. Jesús de Madariaga.
768 D. Ignacio de Goicoechea.
769 D. Herminio Redondo.
770 D. Federico Bajo Mateos.
771 D. Agustín de Larragán.
772 D. Angel Chain y García.
773 D. Pedro Cerdán.
774 D. César Jimeno.
775 D. Federico Jiménez del Hierro.
776 D. José María Zabala.
777 D. Antonio Guzmán.
778 D. Manuel M. S. Navarro.
779 D. Rufo Luelmo García.
780 D. Ignacio de Rotaeche.
781 Barón de Yecla.
783 D. Fernando Gil Cala.
784 D. César Santomá.
785 D. Francisco P. de Soler.
786 D. Miguel Duch.
787 D. Antonio Lamera Cortiguera.
788 D. Eduardo Pérez del Molino.
789 D. Miguel Fernández Iglesias.
790 D. Francisco Mirapeix.
791 D. Alfredo Liaño.
792 D. Justo Colongues.
793 D. Salvador Vargas.
794 D. Miguel Ramos García.
795 D. José Felices Arqueros.
796 D. Arístides Fernández.
797 D. Francisco Mexia Blanco.
798 D. Gabriel Raich Guitart.
799 D. Eusebio Martí Lanich.
800 D. Juan P. Afán de Rivera.
801 Conde de las Almenas.
802 D. Fernando Martín de Vidales.
803 D. Gumersindo Junquera Blanco.
804 D. Juan Trueba Aguirre.
805 D. Miguel Aldecoa.
806 D. Luis Forrat Soldevila.
807 D. Ramón de Urrutia Llano.
808 D. Luis Reyes Galdós.
809 D. Jesús Garmendia Mendizábal.
810 D. Diego Gómez Fernández de Piñar.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

811 D. Juan A. Ciller Guijarro.
812 D. Ricardo de Escauriaza Valle.
813 D. Efren Beltrán.
814 D. José Igual.
816 Doña Irene Mora.
817 Doña Irene Blanco.
818 D. Ramón Perejón Pardo.
819 D. Jesús Palacios.
820 D. Fernando Govantes.
821 D. Manuel de la Vega.
822 D. Francisco de Iturzaeta.
824 D. Manuel Benítez Ramírez.
825 D. Luis Briales.
826 D. Julio Martínez Borso.
827 D. Eugenio Pérez.
828 D. Leopoldo Manso Díaz.
829 D. Miguel Guzmán.
830 D. José Zárate.
831 Doña María Agues de Mora.
832 D. José Graiño Obaño.
833 D. Ramón Valcárcel López.
834 D. Antonio de los Ríos.
835 D. Ernesto de la Loma.
836 D. Julio Larrañaga Mendía.
837 D. Enrique Wipf.
838 D. Manuel Escudé Molist.
839 D. Francisco Hernández Bayarry.
840 D. Gabriel Martí Perelló.
841 D. José Rodero Carrasco.
842 D. Silverio Pazos.
844 D. Ramón Arancibia.
845 D. Antonio Sempan.
846 D. Cleto Marcelino Rubiera.
847 D. Roque Fernández Antón.
848 Doña Eustaquia F. Miranda.
849 D. Angel Santiago Ferre.
850 D. Francisco J. Allendesalazar.
851 D. José M. García Lomas.
852 D. Luis Cortina.
853 D. Norberto Morell Salinas.
854 D. Pedro Font de Mora.
855 D. Pedro C. Pardo Iruela.
856 D. Ramón Hernández Francés.
857 D. Jaime Arriols.
858 D. Mariano Bastida.
859 D. Gonzalo Torres Polanco.
860 D. Julio Gutiérrez.
861 D. Joaquín García Petit.
862 D. Porfirio Palacios.
863 D. Adolfo Flores Medel.
864 D. José Muñoz de Madariaga.
865 D. Andrés Buixan.
866 D. Amós Salvador y Carreras.
867 D. Eduardo Fernández Trevijano.
869 D. Francisco Núñez Palomo.
870 D. Ignacio Gallástegui.
871 D. Gaspar Brunet Kadera.
873 D. Angel Torrejón Boneta.
874 D. Jesús Díez del Corral.
875 D. Alberto de Palacio.
876 Doña Leonor Arana de Palacio.
877 D. Enrique Díaz Lledó.
878 D. Julio Turmo.
879 D. José Verdes.
881 D. Miguel García Cebrán.
882 D. Julián Van-Baumberghen.
883 D. Carlos G. Expresati.
884 D. Basilio Paraíso.
885 D. Enrique Carballo Díaz.
886 D. Francisco Díaz Aguilar.
887 D. Wenceslao Sánchez Gutiérrez.
888 D. Pedro Nolasco González.
889 D. Jesús G. Jiménez.
890 D. Antonio Espina y Capo.
891 D. Luis Afán de Ribera.
892 D. Enrique de Lara y C. de Albox.
893 D. José Arizcu Moreno.
894 D. Pablo Schuter Wrede.
895 D. Eusebio Pelegrí.
896 D. Manuel Jiménez Lombardo.
897 D. Luis Ibarrola Polanco.
898 D. Juan Moles Ventura.
899 D. Tomás F. Espinosa.
900 D. Juan Fontán Bove.
901 D. Rodolfo Godínez.
903 D. Servando Gallo Maturana.
904 D. Enrique Elfstroem.
905 D. Emilio Persone.
906 D. Francisco Matz.
907 D. Andrés Campillo.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

908 D. Albino Gorostiada.
909 D. Enrique G. Borreguero.
910 D. Nicanor Mocoroa.
911 D. Emilio Torre Bayo.
912 D. José Cruz Lapazarán.
913 D. Luis Valcárcel L. Epila.
914 D. Lorenzo de la Tejera.
915 D. Ramón Morenes.
916 D. Pedro E. Gordón.
917 D. Julio Sánchez Ortega.
918 Doña Luciana Cózar de S. Ortega.
919 D. Enrique Riera Coello.
921 D. Julián Rezola.
922 D. José Eguía.
923 D. Marcelino Arana.
925 D. Miguel Langreo.
926 D. Wenceslao Goizueta.
927 D. Pío Vanteren.
928 D. Cristino Pardo.
929 doña Emilia Pastor Rey.
930 D. Joaquín Ortiz de la Torre.
936 D. Severino Bello.
937 D. Francisco Bueno Mayorga.
938 D. Bracedano Pascual.
939 D. Luis Rodríguez López.
941 D. José M. Navarrete y del Solar.
942 D. Valeriano G. Mateo.
943 D. Miguel del Campo.
944 D. Francisco Bernad Gállego.
945 D. Modesto Candela Cardenal.
946 D. Jorge V. Pérez.
947 D. Antonio Bohigas.
948 D. Rafael Echagüe.
949 D. Ataúlfo Galán.
950 D. Juan de Marabotto.
951 D. Antonio Prieto.
952 D. Silvio Rahola.
953 D. José Fernández Menéndez.
954 D. Emilio Corugedo.
955 D. Constantino A. García.
956 D. Manuel L. Dóriga.
957 D. Miguel Durán.
958 D. Fernando Ramírez de Dampierre.
959 D. Rafael Areses y Vidal.
960 D. Francisco Moreno.
961 D. Marcelino M. de Cambra.
962 D. José M. Vinuesa.
964 D. Ildefonso Moreno Albarrán.
965 D. Antonio Albendín Orejón.
966 D. Feliciano Cortés Martínez.
967 D. Ramón Manzanares Escolano.
968 Marqués de Camarena.
969 D. Benjamín Navarro García.
970 D. José Carbonell.
971 D. Felipe Briñas.
972 D. José Contreras.
973 D. Juan Sirges Aranda.
974 Doña Isabel Capilla de la Rada.
975 D. Luis Treviño S. de Figueroa.
976 D. Ciriaco Iriarte.
977 D. José María Ortega Ballesteros.
978 Doña María Costa de Ortega.
979 D. Julio Pérez de la Sala.
980 D. Benno Laskow.
981 D. Manuel Ballesteros.
982 D. José de Quiñones.
983 D. Agustín Ruiz Arévalo.
984 D. Enrique Poza Vilarasan.
985 D. Juan del Castillo.
986 D. José Pantiga Manso.
987 D. José Menéndez y Alvarez.
988 D. Vicente R. Pignole.
989 D. José María L. de Vallado.
990 D. Emilio Manso.
991 D. Clemente de Velasco y S. Arjona.
992 D. Antonio Cruz Valero.
993 D. Gregorio Cruz Valero.
994 D. Arturo García Díaz.
995 D. Constantino Yáñez Rodríguez.
996 D. Jorge Palomo.
997 D. Angel Blanc.
998 D. Gonzalo Molina Jimeno.
999 D. Clemente Caballero Casuso.
1000 D. Francisco J. Sanz de Andino.
1001 D. Francisco Dorronsoro.
1002 D. Juan A. Gutiérrez Moliner.
1003 D. Amadeo Rilova García.
1004 D. Pedro Tena Sicilia.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

1005 D. Enrique Gadea.
1006 D. Manuel García Luzón.
1007 D. Manuel Curras Cabezón.
1008 D. Juan N. Díaz Cutodio.
1009 D. Luis Coll Monjo.
1010 D. Carlos Laffitte.
1011 D. Juan C. Lacave de la Rocha.
1012 D. José M. Bordas de Ferrer.
1013 D. Julio Tortuero.
1014 D. Rafael Delgado Benito.
1015 D. José María de Abássolo.
1016 D. Eduardo de Abássolo.
1017 D. Lucio Checa Toral.
1018 D. Pedro M. González Quijano.
1019 D. Antonio Gallegos.
1020 D. Juan de los Ríos Ocaña.
1021 D. Antonio Santa Cruz.
1022 D. Federico Moreno Pineda.
1023 D. Ramón de Aguirre.
1025 D. Vicente Miró Laporta.
1026 D. Casto Ibarlucea.
1027 D. José Cubillo Fuentes.
1028 D. Manuel Lamana Lizarbe.
1029 D. Angel Avilés Tiscar.
1030 D. Francisco Rived Revilla.
1031 D. Federico G. Sandoval.
1032 D. Inocencio Vena Vicente.
1034 D. Adolfo Virgili.
1035 D. Rafael de la Cerda.
1036 D. Juan A. Gómez Quílez.
1037 D. Vicente Maese Veloso.
1038 D. Emilo H. del Villar.
1039 D. Rafael Alcayne.
1040 D. Eduardo Pujol Xicoy.
1041 D. José María Regal.
1042 D. José Regal Ibáñez.
1043 Doña María Ibáñez de Regal.
1044 Doña María de la Concepción Regal.
1046 D. Manuel Martínez Laviada.
1047 D. Manuel Cerra Lansuño.
1048 D. Ramón Machimbarrena.
1049 D. Antonio Moreno Vicéns.
1050 D. Dámaso Domínguez Rodríguez.
1051 D. M. I. Maldonado López.
1052 D. Juan Sánchez Arboledas.
1053 D. Enrique de la Cierva y Clavé.
1054 D. Luis Soler Serra.
1055 D. Arturo Monfort.
1056 Doña Adela de Domingo.
1057 D. Juan Cayetano Villar.
1059 D. Paulino de Arias Suárez.
1060 D. Feliciano Enríquez.
1061 D. César Iglesias.
1062 D. Manuel Bellido Aldecoa.
1063 D. Teófilo González Berganza.
1064 D. Carlos Pérez de Jáuregui.
1065 D. Manuel Lorente Pérez.
1066 D. Manuel Pita e Iglesias.
1067 D. José Gisbert Escudó.
1068 D. Santos López Acevedo.
1069 D. Francisco del Valle.
1070 D. Santiago Cebrián.
1071 D. Gonzalo Rubio Muñoz.
1072 D. Pedro Echevarría Pérez.
1073 D. Enrique Rolandi Pera.
1074 D. Sabas Elorduy Morales.
1075 D. José Miralbes Marco.
1076 D. José Gálvez Robles.
1077 D. José Mora Aguilar.
1078 D. Alfonso de Sierra y Yordi.
1079 D. Joaquín Bocellosa Mariño.
1080 D. José de S. Martín y Falcón.
1081 D. José Peráls Manín.
1082 D. Nicolás de Orbe.
1083 D. José Cavestany Alegret.
1084 D. Félix López Marín.
1085 D. Enrique Picó y Naya.
1086 D. Antonio de Concepçao Perreira.
1087 D. Francisco Vegner Ramos.
1088 D. Juan Caldeiro.
1090 D. Germán Maiena Muñoz.
1091 D. Blas Sorribas.
1092 D. Casimiro Juanes.
1093 D. José Rodríguez Spiteri.
1094 D. José Salmerón.
1095 D. José Pueyo Luesma.
1096 D. Miguel Doaso Sagasti.
1097 D. José Martínez Roca.
1098 D. Juan Flórez Posada.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

1099 D. Nicolás Palacios Lahoz.
1100 D. Víctor No Hernández.
1101 D. Gregorio Barrios Sánchez.
1102 D. Baldomero Aracil.
1103 D. Juan B. Beltrá.
1104 D. Rafael Janini Janini.
1105 D. Cecilio Vela Rodríguez.
1106 D. José Suárez Ferrándiz.
1107 D. Angel Junquera.
1108 D. Rudesindo Montoto.
1109 D. Julio Domínguez Arenal.
1110 D. Antonio Alvarez Redondo.
1111 D. Antonio Sanchiz.
1112 D. Mariano Vicente.
1113 D. Marcelo Negre.
1114 D. Canuto Sáenz de Tejada.
1115 D. Daniel González García.
1116 D. Juan de Aguilar.
1117 D. Francisco Butler.
1118 D. Diego San Juan y Gavira.
1119 D. José María Vázquez de Castro.
1120 D. Manuel Bruquetas y Gal.
1121 D. Pedro Pilón.
1122 D. Luis Adelantado Fernández.
1123 D. José López Otero.
1125 D. José M. Pérez de Petinto.
1126 D. Juan A. Aguilar.
1127 D. José García López.
1128 D. Miguel Gómez Roméu.
1129 D. Rafael Escrivá de Romaní.
1131 D. Ramón Melgares Góngora.
1133 D. José de Palacios y Arana.
1134 D. Enrique Meléndez Cadalso.
1135 D. José Fúster y Botella.
1136 D. Federico Pirlot de Somville.
1137 D. Amós Salvador.
1138 D. José Casado y Rojas.
1139 D. Antonio Rugadas.
1140 D. Francisco Sánchez de Alba.
1141 D. Valentín Martín de los Ríos.
1142 D. Ramón Oliveras Massó.
1143 D. Marcelo Lorenzo Plaza.
1144 D. Gustavo Piñuela.
1145 D. José M.ª Aguirre.
1146 D. Francisco Bueso García.
1147 D. Ramón Gómez Landero.
1148 D. Blas Garruchaga.
1149 D. Francisco Ruiz López.
1150 D. Manuel Mendoza.
1151 D. Francisco Mir y Garriga.
1152 D. Esteban Mira Sevilla.
1153 D. Daniel Boivedad Pascual.
1155 D. Andrés Pérez Laguna.
1156 D. Enrique García Pueyes.
1157 D. Miguel Ripoll Carbonell.
1158 D. Pedro Mañuenda López.
1159 D. Francisco Rodero Carrasco.
1160 D. Joaquín Pérez-Seoane.
1161 D. Enrique Cánovas.
1162 D. Ramón Martínez Campos.
1163 D. Manuel Lanzón.
1164 D. Emilio Arévalo.
1165 D. Manuel Díaz Ronda.
1166 D. Antonio Bañón Pascual.
1167 D. José Alegría Nicolás.
1168 D. Leandro Carballás.
1169 D. Antonio González Hontoria.
1170 D. Francisco Alvarez Cienfuegos.
1171 D. Germán Royo Durán.
1172 D. Rafael Serra Astrein.
1173 D. Julio Rodríguez Mourelo.
1174 D. Miguel Manella.
1175 D. José de Sagarmínaga.
1178 D. Juan Moreno Luque.
1179 D. Constantino López.
1180 D. Juan Ibarra Peral.
1181 D. Antonio Martínez Moll.
1182 D. Juan de Puig de Viladevalls.
1183 D. Pelayo Vidal de Lovatera.
1184 D. José Salvans y Bassas.
1185 D. Ambrosio Montero Armillas.
1186 D. Enrique Soler Forcada.
1187 D. José Vidal Ramos.
1188 D. Francisco Suárez Ayalde.
1189 D. Luis Sierra Bustamante.
1190 D. Manuel Gómez Castaño.
1191 D. Alvaro Bielza.
1192 D. Mario Soto Sancho.
1193 D. José Valera.
1194 D. José Lacall Planelles.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

1195 D. Francisco de Luxan.
1196 D. Rafael Martínez.
1197 D. Miguel Benchot.
1198 D. Emilio Zurano Muñoz.
1199 D. Manuel Masso Lloréns.
1200 D. Mariano Bastos.
1201 D. José Casuso.
1202 D. Nicolás Bizcarrondo.
1203 D. Andrés Jalón.
1204 Director Granja Agrícola Valladolid.
1205 D. José Ferrer Cardona.
1206 D. Manuel Talero Alférez.
1207 D. Uldarrico Torrás.
1208 D. Braulio Amaro Gómez.
1209 D. Juan Martínez Fernández.
1210 D. Arturo Monvell.
1211 D. Eustoquio de los Reyes García.
1212 D. Alejandro González Heredia.
1213 D. Juan de la Cruz Soler.
1214 D. Aurelio Herraz.
1215 D. Luis Sanguino Benítez.
1216 D. José de Lasarte Bremón.
1217 D. Vicente Morales Infante.
1218 D. Pascual Aragonés.
1220 D. José M. García-Viana.
1221 D. Juan G. de Ubieta.
1222 D. Fernando Salazar.
1223 D. Rafael Vélaz de Medrano.
1224 D. Martín Pastells y Papells.
1225 D. Juan Lizasoain Minondo.
1226 D. Francisco Esteve.
1227 D. Cecilio Susaeta.
1228 D. Eugenio Guallart.
1229 D. Tomás Ortiz de Solórzano.
1230 D. Lucio E. Rodríguez Rivero.
1231 D. Luis de Basabe.
1232 D. Agustín de Hornedo y Burgos.
1233 D. Enrique Gómez Sigüenza.
1234 D. Eduardo G. de Andrés.
1235 D. Alfonso Cid Ruiz-Zorrilla.
1236 D. Fabriciano Cid Ruiz-Zorrilla.
1237 D. Maximiliano Iraola.
1238 D. Enrique Jiménez Girón.
1239 D. Antonio Palop.
1240 D. Pedro M. Ayerbe.
1241 D. Manuel Navedo.
1242 D. Eduardo Vila.
1243 D. Cayo Fernández y Fernández.
1244 D. Antonio Molina Alvarez.
1245 D. Antonio Salazar López.
1246 D. Antonio García Maceira.
1247 D. José Prieto y Franco.
1248 D. Rafael Ortiz de Solórzano.
1249 D. Gregorio Barrientos Pérez.
1250 D. Angel González Calderón.
1251 D. Eduardo G. Alegre y Caballero.
1252 D. Alberto de Saavedra.
1253 D. Jerónimo Cid y García.
1254 D. Tomás Erice y Murúa.
1255 D. Juan Ribera Vernich.
1256 D. Ricardo Sada.
1257 D. Plácido Virgili.
1258 D. Jenaro Mira y Juan.
1259 D. José M. Belenguer Aragón.
1260 D. Antonio Arias y García.
1261 D. Mariano Borderas Monforte.
1262 D. Angel López Rosell.
1263 D. Lauro Alonso Murga.
1265 D. Andrés Avelino de Armenteras.
1266 D. Juan Pano Ruate.
1267 D. Rafael Fernández Schaw.
1268 D. Rafael Roibal.
1269 D. Joaquín Giner Aracil.
1270 D. Mateo Abelló.
1271 D. Antonio Pascual Yarra.
1272 D. Vicente Hernández Rodríguez.
1273 D. José M. Yarto y Palacio.
1274 D. Félix Oraá y Mendía.
1275 D. Luis García-Viana.
1276 D. Antonio Cobos Liso.
1277 D. Fernando García Arenal.
1278 D. Francisco Serra.
1279 D. Angel Velaz de Medrano.
1280 D. Juan Mauri y Urila.
1281 D. Adolfo Dalda de Torre.
1282 D. Flabiano García Monge.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

1283 D. Joaquín M. Brugada y Panizo.
1284 D. Justo Medrano Díaz del Corral.
1285 Doña María del Pilar Ruiz.
1286 D. Antonio del Castillo.
1287 D. Juan A. Martín Montalbo.
1288 D. Francisco de Pon.
1289 D. Santiago Reyes.
1290 D. Julio Rodríguez Torres.
1291 D. Salvador Mifsut Macón.
1292 D. Alejandro Molá y Melo.
1293 D. Emilio Fernández y M. Valdés.
1294 D. Narciso Amigó García.
1295 D. A. W. K. Billings.
1296 D. Fernando Presas.
1297 D. Antonio de Rotaeche.
1298 D. Julio de Yarto Herreros.
1299 D. Fermín Artaza Piñuela.
1300 D. Tomás Amarillas.
1301 D. Ricardo Sáenz de Cenzano.
1302 D. Guillermo García Alijo.
1303 D. Fernando Sanz Gómez.
1304 D. Ildefonso Briones.
1305 D. José M. Gaztelu y Maritorena.
1306 D. Amadeo Navascués.
1307 D. Eduardo Palacios y Rodríguez.
1308 D. Silverio Maestre.
1309 D. Luis Angosto.
1310 D. Francisco Gómez Rojas.
1311 D. José Rodríguez Mourelo.
1312 D. Pablo de Aldecoa.
1313 D. Claudio Guitián.
1314 D. Florentino Azpeitua.
1315 D. Enrique de Arias.
1316 D. Pablo Díaz Flórez.
1317 D. Aventino Guillén.
1318 Doña Guadalupe Erice.
1319 D. José Gil Otero.
1320 D. Luis Quero.
1321 D. Fernando Rodríguez Torres.
1322 D. Luis Dublanc Tolosana.
1323 D. Joaquín Serrato de la Cámara.
1324 D. Fermín Sanz Crespo.
1325 D. Eduardo Gullón Dabán.
1326 D. Eduardo Elío.
1327 D. Juan José Quijano.
1328 D. César Cort Boti.
1329 D. Calixto Irusta.
1330 D. José Ignacio Guantorena.
1331 D. Enrique Ballenilla.
1332 D. Leolpoldo Soler.
1333 D. Francisco Durán.
1334 D. Antonio Herbella.
1335 D. Julio Alcalá Zamora.
1336 D. Juan Arrate.
1337 D. Ricardo Ayuso.
1338 D. Enrique Esteve.
1339 D. Julio Diamante.
1340 D. Alberto Corral.
1341 D. Ezequiel Navarro.
1342 D. Aurelio Díez Torre.
1343 D. Emilio Iznardy Bascones.
1344 D. Pablo Fábregas.
1345 D. Mariano Suárez e Iscar.
1346 D. Domingo G. Regueral.
1347 D. Benito Sánchez Ibarguen.
1348 D. Emilio Granado Blanco.
1349 D. Mariano Simo.
1350 D. Rosendo Casto Rodríguez.
1351 D. Angel Soriano Escudero.
1352 D. José M. Otaola.
1353 D. Antonio Mauri.
1354 D.ª Mercedes Hernández de Mauri.
1355 D. Luis Dicenta Lloret.
1356 D. Federico Díaz Hidalgo.
1357 D. Manuel Becerra.
1358 D. Luis Fuentes López.
1359 D. José González Lacasa.
1360 D. Cecilio Montalbo.
1361 D. José Núñez Casquete.
1362 D. Rafael Martínez Torres.
1363 D Manuel Maldonado Sanz.
1364 D. Felipe Peña Díaz.
1365 D. Telmo Lacasa.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

1366 D. José M. Fúster.
1367 D. César Blanco.
1368 D. Santiago Arrechaga Bergareche.
1369 D. Rafael Puig y Valls.
1370 D. José Musso Moreno.
1371 D. Gregorio de la Hoya.
1372 D. Toribio Cáceres.
1373 D. Francisco Rivas Palacios.
1374 D. Juan Herreros Butragueño.
1375 D. Arturo Carranza Bea.
1376 D. Alfonso Rojo.
1377 D. Manuel de la Torre.
1378 D. José Campos Fontalba.
1379 D. Eduardo Franquelo Carrasco.
1380 D. Angel M. Llamas Zapatero.
1381 D. Antonio Comba Sigüenza.
1382 D. Juan Gómez Torga.
1383 D. Diego Templado Martínez.
1384 D. Pedro García Velázquez.
1385 D. Juan Gavala Laborde.
1386 D. Ramón Sancho Jordá.
1387 D. José Codera Fuentes.
1388 D. Guillermo Carbonell.
1389 D. Fernando Gaspar.
1390 D. Fernando de León.
1392 D. Juan Ramón Sena.
1393 D. Rafael Gil Grávalos.
1394 D. Miguel Munart.
1395 D. Vicente Basabe González.
1396 D. Gabriel Huidobro de la Cuesta.
1397 D. Gaspar Mira.
1398 D. Manuel Martínez Pisón.
1399 D. José Grau y Moreno.
1400 D. Cecilio López Montes.
1401 D. Luis García Ros.
1402 D. Alfredo Mendizábal.
1403 D. Juan Noreña Echeverría.
1404 D. Manuel Abad.
1405 D. Juan Galarza Ferrer.
1406 D. Angel Ochotorena.
1407 D. Nicolás Escudero Arias.
1409 D. Manuel Diz Bercedoniz.
1410 D. Patricio de Azcárate.
1411 D. Manuel Adriaenséns.
1412 D. Manuel Herrero.
1413 D. Juan Serrano.
1414 D. Román Ochando.
1415 D. Alejandro Izquierdo Velasco.
1416 D. José Poñóñori.
1417 D. Alejandro Rojas.
1418 D. Román Seguín.
1419 D. Bernardo Cano.
1420 D. Juan Cánovas del Castillo.
1421 D. Jesús Martín Buitrago.
1422 D. Juan Barceló.
1423 D. Eduardo Alarcón Marticorena.
1424 D. Eugenio Vallarino.
1425 D. José Serrano Lloberes.
1426 D. Eduardo Vivanco González.
1427 D. Juan M. de la Viña.
1428 D. Manuel de Obes y Serrano.
1429 D. Federico Sanz y Muñoz.
1430 D. Carlos Gutiérrez.
1431 Doña María Salgado de Gutiérrez.
1432 Doña Teresa Núñez de Serrano.
1433 D. Aurelio Rodríguez Bruna.
1434 D. Ramón M. de Rotaeche.
1435 D. Cipriano Sainz.
1436 D. José Vigil.
1437 D. Enrique Centeno.
1438 D. Carlos Alfonso.
1439 D. Ramón Peironceli.
1440 D. Eugenio Suárez.
1441 D. Luis Nieto Antúnez.
1442 D. Antonio Ferrer Basantos.
1443 D. Ricardo Egea y López.
1445 D. Carlos Quero.
1446 D. Francisco Baró.
1447 D. Domingo Muguruza.
1448 D. Manuel Veglisón.
1449 D. Luis González Ferrero.
1450 D. Angel Herreros de Tejada.
1451 D. Juan María de Madariaga y Orozco.
1452 D. Juan Cervantes.
1453 D. Rafael Coderch.
1454 D. Manuel Baus.
1455 D. Luis Velaz de Medrano.
1456 D. Vicente Valcárcel.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

1457 D. Nazario de Bustinduy.
1458 D. Pedro Alix.
1459 D. Luis Gamboa.
1460 D. Mario Araús.
1461 D. Manuel Albacete.
1462 D. Rafael de la Llave.
1463 D. Julián Pacheco.
1464 D. Jaime Yus Terol.
1465 D. José E. Rosén de Martínez.
1466 D. Manuel López.
1467 D. Arturo Ballester.
1468 D. Manuel de Andrés.
1469 D. Pedro Pella y Forga.
1470 D. Manuel Fernández Nieto.
1471 D. Ramón S. de los Terreros.
1472 D. Manuel Fernández Balbuena.
1473 D. Ricardo Maristany.
1475 D. Miguel M. Boneta.
1476 D. Ignacio Merello.
1477 D. Manuel Baena Caro.
1478 D. Martín Díez.
1479 D. José de Granda.
1480 D. Francisco Navarro.
1482 D. Manuel Durán.
1483 D. Manuel Cánovas.
1484 D. Blas Cánovas.
1485 D. Gustavo Abizanda.
1486 D. Rafael Hernández
1487 D. Bernardo Gómez.
1488 D. Demetrio Alonso Tadeo.
1489 D. José Iturri.
1490 D. Federico M. Roquet.
1491 D. Claudio Oliveras Massó.
1492 D. Bernardo Zapico.
1493 D. Rafael Andrés Traves.
1495 D. Nilolás Suárez.
1496 D. Domingo Olazábal.
1497 D. Angel Menéndez Tolosa.
1498 D. Antonio Torroja Miret.
1499 D. José María Torroja.
1500 D. Luis Arrojo y Cea.
1501 D. Ricardo Boguerín.
1502 D. Bernardino Alonso de Celada.
1503 D. Ricardo Fernández Hontoria.
1504 D. Luis Delgado de la Guardia.
1505 D. Carlos Robledo Munier.
1506 D. Emilio Novoa Fernández.
1507 D. Antonio Montenegro.
1508 D. Rafael Bergamín.
1509 D. Pedro Acar.
1510 D. Ramón González.
1511 D. Francisco Delgado.
1512 D. Fernando de Guezala.
1513 D. Ezequiel Alvarez.
1514 D. Mariano Díaz Alonso.
1515 D. Enrique Cremades.
1516 D. Manuel Leal.
1517 D. Jesús Fernández Montes.
1518 D. José María Poli de la Puente.
1519 D. Juan Gómez Miralles.
1520 D. José Martínez Soriano.
1521 D. Víctor Manuel Gómez.
1522 D. Emiliano Arriola.
1523 D. José M. López.
1524 D. Bonifacio Dulce.
1525 D. Luis de Prats.
1526 D. José Monte.
1527 D. Aníbal G. de Riancho.
1528 D. Joaquín Hernández Moreno.
1529 D. Francisco de las Cuevas.
1530 D. Manuel Fernández Campos.
1531 D. Juan Boix.
1532 D. Domingo Mendizábal.
1533 D. José A. Puente.
1534 D. Antonio Lucio Villegas.
1535 D. Manuel Herrero.
1536 D. José María Salud.
1537 D. Carlos L. de Eizaguirre.
1538 D. Miguel Adellac.
1539 D. Angel Santa Fe.
1540 Doña María de la Concepción Cobo.
1541 D. Agustín Barbón.
1542 D. Emilio D'Ocon.
1543 D. Juan Garín Modet.
1545 D. Francisco Fontanáls.
1546 D. Enrique Vargas.
1547 D. Pedro del Pozo.
1548 D. Manuel Alvarez.
1549 D. Ricardo Velázquez.
1550 D. José Romero.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

1551 D. Jaime Brunet.
1552 D. Víctor Arana.
1554 D. Luis Aza.
1555 D. Armando Renato.
1556 D. Francisco Benavides.
1557 Doña Eufrasia Romero.
1558 D. José Bonet.
1559 D. Joaquín Moreno.
1560 D. Juan Bustamante.
1561 Doña Carmen Ballesteros de Bustamante.
1562 D. Estanislao Pan.
1563 D. Manuel González Carvajal.
1564 D. José Morillo Farfán.
1565 D. Eusebio A. Escobar.
1566 D. Severiano Goñi.
1567 D. Bartolomé Ródenas.
1568 D. Luis Carceller.
1569 D. Pedro Montaner.
1570 D. Adolfo Vázquez.
1571 D. Esteban Fernández.
1572 D. Emilio López Martínez.
1573 D. José Tartiere.
1574 D. Antonio Portuondo.
1575 D. Rafael Cejudo.
1576 D. Ramón Garrido.
1577 D. Enrique Colás.
1578 D. Nicolás Hermosilla.
1579 D. Joaquín Menéndez Ormaza.
1580 D. Luis Beraza.
1581 Doña Teresa Peña de Mendizábal.
1582 D. Manuel Mendizábal y Peña.
1583 D. Miguel Teral.
1584 D. José Roda.
1585 D. Félix Gómez.
1586 D. Salvador Pérez.
1587 D. José Suárez.
1588 D. Luis Mellado.
1589 D. Víctor Gandarillas.
1590 D. Daniel de Cortázar.
1591 D. Lucio Navascués.
1592 D. José Félix Cabasés.
1593 D. Manuel Martínez.
1594 D. Celso Máximo y del Coso.
1595 D. José del Prado.
1596 D. Francisco Bonal.
1597 D. Carlos Montilla.
1598 D. Daniel Kith.
1599 D. Agustín Laborde.
1600 D. Silvano Crehuet.
1601 D. Víctor M.ª de Sola.
1602 D. Julián Mangas.
1603 D. Eugenio Muro.
1604 D. Gabriel Vargas.
1605 D. Juan Cervantes.
1606 D. Benito Navarro.
1607 D. José de Murga.
1608 D. Luis del Rey.
1609 D. Juan Usandizaga.
1610 D. Valentín Solís.
1611 D. Ramón García Angulo.
1612 D. Domingo Pitera.
1613 D. Francisco Gurrirabeitia.
1614 D. Felipe Díaz.
1615 D. Francisco Albacete.
1616 D. Federico Prados.
1617 D. Eduardo Riaza.
1618 D. Fernando Labrador.
1619 D. Baltasar Sánchez.
1620 D. Eduardo M. de Castro.
1621 D. Julián Dorado.
1622 D. Sebastián Gómez.
1624 D. Agustín Bosch.
1625 D. Luis López.
1626 D. Luis Badías.
1627 D. José M.ª Aranda.
1628 D. Manuel Ortega.
1629 D. José González.
1630 D. José Vallejo.
1632 D. Miguel Morlán.
1633 D. Mauro Díaz.
1634 D. José Fernández.
1635 D. Juan Sánchez.
1636 D. Antonio Baeza.
1637 D. Luis Ureña.
1638 D. Huberto Verde.
1639 D. Ricardo Villalba.
1640 D. César Villalba.
1641 D. José Aparicio Fernández.
1642 D. Manuel Bellido.
1643 D. Gregorio Uriarte.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

1644 D. Evaristo de la Riva.
1645 D. José M.ª Hurtado.
1646 D. Víctor Lobo.
1647 D. Enrique Díaz.
1648 D. José Carmona.
1649 D. Fernando Quero.
1650 D. Luis Moreno.
1651 D. Ricardo Barrio.
1652 D. Vidal Ruqués.
1653 D. Magdalena Hernández.
1654 D. Manuel Carrera.
1655 D. Francisco Zabala.
1656 D. Antonio Vealas.
1657 D. Javier Marquina.
1658 D. Joaquín García.
1659 D. Manuel Allende Salazar.
1660 D. Angel López García.
1661 D. Pío Alvarez Quevedo.
1662 D. José Alfaro Cordón.
1663 D. José de la Peña.
1664 D. Faustino Hervada.
1665 D. Tomás Palencia.
1666 D. Fernando Abadíes.
1667 D. Félix Elías.
1668 D. Antonio Gómez de la Torre.
1669 D. Vicente Machimbarrena.
1670 D. Alberto Machimbarrena.
1671 D. José A. Bequisrestain.
1672 D. Luis Barber.
1673 D. Joaquín Arriandiaga.
1674 D. Manuel Sacristán.
1675 D. Antonio Pirex.
1676 D. Ramón Tarrida.
1677 D. Emilio Pau.
1678 D. José de Lis.
1679 D. Doroteo Relaño.
1681 D. Manuel Delgado Delgado.
1682 D. Joaquín Gutiérrez.
1683 D. Juan Pérez.
1685 D. Antonio Valenciano.
1686 D. José Mayo.
1687 D. Federico Mayo.
1688 D. Aurelio Ruiz Linares.
1689 D. Manuel Brasarán.
1690 D. Roberto González.
1691 D. Alfredo Moreno.
1692 D. Federico Ruiz.
1693 D. Manuel Bustindúy.
1694 D. César Boente.
1695 D. Antonio Lleó.
1696 D. Octaviano Alonso de Celis.
1697 D. José M.ª Albares.
1698 D. Antonio Iraola.
1700 D. José Navarro Sánchez.
1701 D. Fernando de Hormaeche.
1702 D. Miguel Otamendi.
1703 D. Francisco de Orueta.
1704 D. Pedro Valcorba.
1705 D. Leopoldo Goicoechea.
1706 D. Angel de Echevarría.
1707 D. Fernando Trenor.
1708 D. Enrique Galán.
1709 D. Cástor Rosendo del Valle.
1710 D. Jesús Berro.
1711 D. Luis Jiménez.
1713 D. Ignacio Romañá.
1714 D. José M.ª Romañá.
1715 D. Carlos Franco.
1716 D. Francisco Castellón.
1717 D. Emiliano Ordóñez.
1718 D. Juan Antonio Bravo.
1720 D. José M.ª Jáuregui.
1721 D. Manuel Creces.
1722 D. Rómulo Bosch.
1723 D. Angel Arlex.
1724 D. A. Bianchini.
1725 D. Matías Barceló.
1726 D. Felipe González.
1727 D. Andrés Tornas.
1728 D. Carlos Casado.
1729 D. Miguel Romero.
1730 D. Miguel Ramis.
1731 D. Rafael Pascual.
1732 D. Manuel Lizasoaín.
1733 D. Alfredo Velasco.
1734 D. José Galicia.
1735 D. José Borrell.
1736 D. Manuel Martín.
1737 D. Francisco Fernández.
1738 D. Federico Fontrolona.
1739 D. Francisco Estéfani.
1740 D. Pedro Caravaca.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

1741 D. Juan Sindréu.
1742 D. Antonio Ubach.
1743 D. Ramiro Pascual.
1744 D. Angel Fábregas.
1745 D. Luis Rodríguez.
1746 D. Ramón de Manjarrés.
1747 D. Federico Gómez Clemente.
1748 D. Alberto Candáu.
1749 D. Esteban Ramón del Hoyo.
1750 D. Leandro Sequeiros.
1752 D. Ricardo Aranaz.
1753 D. Luis Estrada.
1754 D. Celso R. Arango.
1755 D. Miguel Sancho.
1756 D. Joaquín Camón.
1757 D. Manuel Lorente.
1758 D. Gregorio Pérez.
1760 D. Leoncio Oramas.
1761 D. Angel Calvo.
1762 D. Juan Marcilla.
1763 D. José de Arce.
1764 D. Pedro de Icaza.
1765 D. Manuel Cabedo.
1766 D. Antonio Parellada.
1767 D. Francisco Carbacho.
1768 D. Francisco Benito.
1769 D. Antonio Monjó.
1770 D. Eduardo Amor.
1771 D. Bernardino Rolandi.
1772 Doña Florentina V. Morales.
1773 Doña Carlota Rolandi.
1774 Doña María Rolandi.
1776 D. Pejerto Martínez.
1777 D. José López.
1778 D. Ernesto Claude.
1779 D. Ramón Montagut.
1780 D. Francisco Rivero.
1781 D. Francisco G. Membrillera.
1782 D. Cándido G. Alvarez.
1783 D. Pedro Arquiaga.
1784 D. Ramón Murillo.
1785 D. Francisco Ferrer.
1786 D. Manuel Lorenzo Pardo.
1787 D. Miguel Milano.
1788 D. Nicolás Liria.
1789 D. Amador G. Barragán.
1790 D. Antonio Colom.
1791 D. Mariano Vicente.
1792 D. Antonio Lasierra.
1793 D. José M.ª Royo.
1794 D. Joaquín Gallego.
1795 D. Manuel Maluquer.
1796 D. Guillermo Brockmann.
1797 D. José Martínez Ortega.
1798 D. Narciso Puig de la Bellacasa
1799 D. Manuel Castellanos.
1800 D. Gustavo Fernández.
1801 D. Angel Figueroa.
1802 D. Manuel Chalbaud.
1803 D. Pedro Chalbaud.
1804 D. Carlos Diego Madrazo.
1805 D. Salomón Jiménez.
1806 Doña Carmen Serrate.
1807 Doña Dolores Ureta.
1808 D. Rafael de Mazarredo.
1809 D. Wenceslao Castillo.
1810 D. Rafael Marín.
1811 D. Luis García Senante.
1812 D. Eugenio Guallart.
1813 Doña Salomé Lascentales.
1814 Doña Mercedes de Bonet.
1815 D. Antonio Rodríguez.
1816 D. Dámaso G. Torán.
1817 D. Eduardo López.
1818 D. Antonio Baselga.
1819 D. José Roselló.
1820 D. Mariano de la Hoz.
1821 Doña Joaquina Lezana.
1822 D. Alfredo Barba.
1823 D. Fernando F. Ladreda.
1824 D. José Iturralde.
1825 D. Luis Ortún.
1826 D. Saturnino Villanueva.
1827 D. José A. Gil.
1828 D. Diego López.
1829 D. Santiago Pérez.
1830 Srta. Conchita Pérez.
1831 D. Luis Maura.
1832 D. Luis Cubillo.
1833 D. Félix Ramírez.
1834 D. Juan Parias.
1835 D. José Parias.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

1836 D. Juan B. Conradi.
1837 D. Antonio Ibarra.
1838 D. Alfonso Barón.
1839 D. Javier Olazábal
1840 D. Antonio París.
1841 D. Luis Ortiz.
1842 D. Francisco Ibáñez.
1843 D. Cesáreo Madariaga.
1844 D. José Muñoz.
1845 D. Enrique Gómez.
1847 D. Francisco Jiménez.
1848 D. Joaquín de la Llave.
1849 Doña Concepción Ballester.
1850 D. Enrique Disdier.
1851 D. Octavio Elorrieta.
1852 D. Juan de Sarria.
1853 D. Jaime Cruañas.
1854 D. Cayetano Tamés.
1855 D. Rafael Ceballos.
1856 D. Emilio J. Simón.
1857 D. José María de Chávarri.
1859 D. Carlos de Orduña.
1860 D. Pedro Díaz Tirado.
1861 D. Ernesto Brockmann.
1862 D. Luis Grech.
1863 D. Diego Alvarez.
1864 Doña Lola Turmo.
1865 Doña Josefa Turmo.
1866 Doña Gracia Turmo.
1867 Doña Juana Turmo.
1868 D. Angel Jiménez.
1869 D. Juan Sánchez.
1870 D. Eusebio Calvo.
1871 D. Manuel de Uhagón.
1872 D. Mariano Moreno.
1873 D. Gabriel Rebollo.
1874 D. Ramón Sánchez Moreno.
1875 D. Luis Cubillo Valdés.
1876 D. Vicente J. Zapata.
1877 D. José M.ª Valdés.
1878 D. Alvaro Bielza.
1879 D. Antonio Fernández.
1880 D. José Soriano.
1881 D. Enrique Mestre.
1882 D. José Paz.
1883 D. José Moreno.
1884 D. Pedro Pablo Alarcón.
1885 D. José M.ª Fernández.
1886 D. Segundo M. Sonseca.
1887 D. Vicente Millán.
1888 D. José Crespo.
1889 D. Leonardo Nieva.
1890 D. José Pardo.
1891 D. Alfonso Jaraiz.
1892 D. José M.ª Royo Villanueva.
1893 Doña Dolores Magdalena.
1894 D. José Bores.
1895 D. Antonio Ballester.
1896 D. Lorenzo J. Casado.
1897 D. Andrés Pérez.
1898 D. Joaquín Benjumea.
1899 D. Tomás Tinturé.
1900 D. Jesús Chirapozú.
1901 D. Carlos Santa María.
1902 D. Francisco Iribarren.
1903 D. Ruperto Lampaya.
1904 D. Ramón Alonso.
1905 D. Vicente Piniés.
1906 D. Vicente Laporta.
1907 D. Manuel Arsuaga.
1908 Sra. Viuda de Amado.
1909 D. Antonio Gómez.
1910 D. Teófilo Fernández.
1911 D. Narciso H. Vaquero.
1912 D. Francisco Gasol.
1913 D. Juan A. Sanz.
1914 D. Juan Pradillo.
1915 D. Fernando San Juan.
1916 D. Leopoldo San Juan.
1917 D. José Bellver.
1918 D. Salvador Orduña.
1919 D. José Ochoa.
1920 D. Francisco Luna Alonso.
1921 D. Juan Rubio.
1923 D. Victoriano Lorente.
1925 D. Narciso Seriñá.
1926 D. Pablo Cosculluela.
1927 D. Salustiano Felipe.
1928 D. Geminiano Díaz.
1929 D. Diego González.
1930 D. Enrique Gómez.
1931 D. Manuel Huarte.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

1932 D. José Buiza.
1933 D. Julián Palacios.
1934 D. Vicente Sánchez.
1935 D. Felipe Rivero.
1936 D. Emilio Donat.
1937 D. Joaquín M.ª Truñom.
1938 D. Juan García.
1938 D. José Mourón.
1939 D. Pascual Eguiagaray.
1940 D. Julio Murna.
1942 D. Francisco Fernández.
1943 D. Antonio Mario Bretón.
1944 D. Joaquín Altolaguirre.
1945 D. Antonio Pascual.
1946 D. Pedro Herce.
1947 D. Antonio Bastos.
1948 D. Julio Vilar.
1949 D. Vicente Marino.
1950 D. Sol Roblete.
1951 D. Andrés J. Zenaire.
1952 D. Eulogio de Isasi.
1953 D. Luis Camiña.
1954 D. Javier Urueta.
1955 D. Francisco Checa.
1956 D. Pedro Tortosa.
1957 D. Juan A. Prado.
1958 Doña Ana Pulido.
1959 D. Miguel Vilanova.
1960 D. Antonio de la Huerta.
1961 Sra. de D. Leopoldo Goicoechea.
1963 D. Tomás Tamarit.
1964 Doña Dolores Smith.
1965 D. Emilio Ortuño.
1966 D Eusebio Navarrete.
1967 D. Luis Bitini.
1968 D. Francisco López Perea.
1969 D. Ulpiano Recio.
1970 D. Abilio Rodríguez.
1971 D. Cándido Araluce.
1972 D. Antonio Gascón.
1974 D. Manuel Martínez.
1975 D. Alvaro Villota.
1976 D. Federico Roemer.
1977 D. Fernando Mata.
1978 D. Darío Somarriba.
1979 D. José Azcoitu.
1980 D. Pedro Pérez.
1981 D. Luis Benito Villanueva.
1982 D. Mariano Tortosa.
1983 D. Rafael de la Escosura.
1984 D. Julio Moreno.
1985 D. Antonio Pizarro.
1986 D. Joaquín Silva.
1987 Doña María Beca.
1988 Doña Isabel Hernández.
1989 D. Francisco Cabrera.
1990 D. Manuel María Rueda.
1991 D. Vicente Ramos.
1992 D. José Hidalgo.
1993 D. Cruz Jesús Jiménez.
1994 D. Fernando Espino.
1995 D. Tommy Martín.
1996 D. José de Gorostízaga.
1997 Doña Mercedes Estrada.
1998 Doña Amalia Estrada.
2000 D. Víctor Mesa.
2001 D. José Gil Blanco.
2002 D. Pedro Alfaro.
2003 D. Manuel Soto.
2004 D. José Correa.
2005 D. Modesto González.
2006 D. Ezequiel Murrieta.
2007 D. Felipe de Cos.
2008 D. Manuel Puyuelo.
2009 D. Vicente Busó.
2010 D. Juan Pablo Molina.
2012 Doña Eulalia Odriozola.
2013 D. Vicente Mariño.
2014 D. Laudelino Crespo.
2015 D. Mariano de Castro.
2017 D. Juan López Soler.
2018 D. Jenaro Checa.
2019 D. Marcelino Soler.
2020 D. Francisco Menares.
2021 Doña Isabel Aréchaga.
2022 D. Cleto M. Mantecón.
2023 D. Luis María Moreno.
2024 D. Vicente Núñez.
2024 D. Alejandro Mendizábal.
2025 D. Primitivo Mateo Sagasta.
2028 D. José González.
2029 D. Jaime Barrachina.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

2030 D. Andrés Corral.
2031 D. Tomás Félez.
2032 D. Santiago Artiach.
2033 D. Ramón Pagola.
2034 D. Luis Barandiarán.
2035 Doña María Elena Pérez.
2036 D. Guillermo Villamore.
2037 D. Manuel Barandica.
2038 D. Pedro López Alfaro.
2039 D. Antonio García.
2040 D. José Abbad.
2041 Société d'Estudis.
2042 D. José Morrell.
2043 Doña Filomena García.
2044 Doña Eufemia García.
2045 D. José M. Hernández.
2046 D. Miguel Berasaluce.
2047 D. Francisco Borrás Soler.
2048 D. José Berasaluce.
2049 D. José del Cañizo.
2050 D. Antonio Velázquez.
2051 D. Ramón Ferrer.
2052 D. Patricio Morales.
2053 D. Miguel Cardona.
2054 D. Daniel Alvarez.
2055 D. Manuel Maese.
2056 D. Lucrecio Ruiz-Valpeñas.
2057 D. Alfredo López Alvarez.
2058 D. Pablo Cabestany.
2059 D. Tomás Bellas y Forgas.
2061 D. José Delgado.
2062 D. Francisco Sempere.
2063 D. Carlos Reime.
2064 D. Luis Mosteiro.
2065 D. Alejandro Luis García Lomas.
2066 Doña Avelina Iglesias de Huidobro.
2067 D. Fidel Alonso Allende.
2068 D. Miguel García de la Herrán.
2069 D. Luis Garayzábal.
2070 D. Luis Harguindey.
2071 Sra. de D. V. Castañón.
2072 D. Manuel Zapatero.
2073 D. Juan José Fernández.
2074 D. Victoriano Vitoria Villela.
2075 D. Fernando Luca de Tena.
2076 Doña Adela Blasco Almeda.
2077 D. Víctor Ebro.
2078 Doña María Magraner de Lacasta.
2080 D. Enrique Alcaraz.
2082 D. Vicente Gómez Muñoz.
2083 D. Agustín Navarro Chulvi.
2084 D. Ramón E. Pagola y Goya.
2086 D. Jorge Balaguer.
2087 Doña Leonor Carrión.
2088 Doña Dolores Alpañes.
2089 D. Elías de Montoya Blasco.
2090 D. Julián Gamonal Gutiérrez.
2091 D. Estanislao Chaves.
2092 D. Antonio Jiménez Sáez.
2093 D. Francisco de P. Cerveto y Corts.
2094 D. Pedro Turuel Ventosa.
2095 D. José María Gauzer Miralles.
2096 D. Francisco J. Osés.
2097 D. Luis Camps Curt.
2098 D. Higinio Negre Vivé.
2099 D. José Capmany Arbat.
2100 D. José Martínez Beniroch.
2101 D. Francisco S. de Jaumar.
2102 D. Luis García Beovide.
2103 D. José Rexach Sibels.
2104 D. Antonio Guerín Ventura.
2105 D. Abilio Esquirol Camalo.
2106 D. Juan Gelpi Blanco.
2107 D. Jerónimo Bolívar.
2108 D. José María Bolívar.
2109 D. Emilio Guillermo Schilech.
2110 D. Andrés Oliva Laroma.
2111 D. Matías Benlloch.
2112 Doña María Baquera de Gayán.
2113 Doña Amalia Gayán Baquera.
2114 D. Eduardo Fungariño.
2115 D. Federico Jiménez del Yerro.
2116 D. José Martínez Simarro.
2117 D. Félix Apraiz.
2118 D. Ubaldo Azpiaru.
2119 D. Nicolás García de Salmones.
2120 D. Francisco Robles.
2121 D. Carlos Bonet Durán.
2122 D. José María Arambarry.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

2123 D. Diego Mayoral.
2124 Doña María Pilar de Yarto.
2125 D. Miguel Tuduri.
2126 Doña Eusebia Larrumbe.
2127 Doña Concepción Mendizábal.
2128 Doña Julia Mendizábal.
2129 D. Eduardo Oerxés.
2130 D. Enrique Gómez.
2131 D. Juan F. Fernández de Celaya.
2132 Doña Rosa Vallcorba.
2133 D. José Manzano.
2134 Doña Isabel Santa María de Mendizábal.
2135 D. Leopoldo Ridruejo.
2136 D. Antonio Almirall.
2137 D. Antonio Bertrán.
2138 D. Ricardo Aguilera Cappa.
2140 D. Julio Lizama Gal.
2141 D. Ramón Casanovas Degollada.
2142 D. Juan Cortés Parera.
2143 D. Pedro Calmet Furt.
2144 D. Antonio Aurubia Arguiaño.
2145 D. Joaquín Carrión Soriano.
2146 D. Vicente Pichó.
2147 Doña Camila Sebastián de Pichó.
2148 D. Antonio Escudé Gali.
2149 Doña Josefa Comas de Escudé.
2150 Doña Rosa Ochoa de Escribano.
2151 Doña María de Zafra y Zafra.
2152 Doña Ascensión López de Vera.
2153 Doña Julia Smith Fontana.
2154 D. José Burguera Dolz.
2155 D. Viriato García.
2156 D. Juan María Sans Bosch.
2157 D. Ignacio Liso Iribarren.
2158 D. Bartolomé Estevan Mata.
2159 D. Justo López de la Fuente.
2160 D. Diego García Montoro.
2161 D. José Cordón Barrera.
2162 Doña Salud Andrés de G. Estevan.
2163 Doña Pilar González de Andrés.
2164 Doña Victoria Valdés.
2165 Doña Cándida Díaz Caneja.
2166 Doña Pilar García Faria.
2167 D. Luis Pérez de Albéniz.
2168 D. Juan Verniere Vicat.
2169 D. Ricardo Suárez Blanco.
2170 D. Vicente Riestra.
2171 D. Eduardo Salcedo.
2172 D. José Orbegozo.
2173 D. Francisco J. Cervantes.
2174 Doña Angelina Villasante.
2175 D. Manuel Alonso Martos.
2176 D. Julio Partearroyo.
2177 D. Julio Corcho.
2178 D. Críspulo Moro Cabeza.
2179 D. Manuel Sancha Carvajal.
2180 D. Santiago Sanchiz.
2181 D. José Mezquita.
2182 D. Manuel Landecho.
2183 D. Luis García Viladomat.
2184 D. Martín Abbad.
2185 Doña Rita de la Cámara.
2186 D. Ignacio Patac.
2187 D. Felipe Gutiérrez.
2188 D. Nicolás Albertos Gonzalo.
2189 Doña María Valdés.
2190 Doña Dolores Díaz.
2191 D. Eduardo Macías.
2192 D. José Jiménez García.
2193 Doña Elisa Pelluz de Arévalo
2194 D. Pablo de Irazazábal.
2195 D. Francisco Nerpell.
2196 Doña Rosario Nerpell de Irazazábal.
2197 D. Antero Suárez Coronas.
2198 D. Manuel Moreno Caracciolo.
2199 D. Federico de la Fuente.
2200 D. Luis de Angel.
2201 Doña Soledad P. de Angel.
2202 D. Fermín Casares.
2203 D. Timoteo San Millán.
2204 D. Alejandro Vázquez.
2205 D. Juan Sánchez Ocaña.
2206 D. Francisco Guerra Barrera.
2207 Doña Concepción Alcaraz de Fraile.
2208 D. Joaquín González.
2209 Doña Teresa Pérez de Guzmán.
2210 D. Dionisio Bermejo Martín.
2211 D. Antonio Arregui.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

2212 D. Manuel F. Fijares.
2213 Doña Carmen Méndez Fijares.
2214 D. Mariano Galludo.
2215 D. Vicente Ventosa.
2216 Doña Josefa Navarro de Ventosa.
2217 D. Antonio Tortosa Franco.
2218 Doña Amparo Navarro de Tortosa.
2219 D. Antonio del Aguila.
2222 Doña Rosario Guzmán de Martínez.
2223 D. Bernardo Tenorio.
2224 D. José Aguado.
2225 D. José Andrés Oteyza.
2226 D. Ramón Sancho Miñano.
2227 D. Eduardo Rodrigáñez.
2228 D. Rafael García Rives.
2229 D. Juan M. Priego Jaramillo.
2230 D. Francisco Herrero.
2231 D. Valeriano Perier.
2232 D. Fernando de la Guardia.
2233 D. Juan Campos.
2234 D. Miguel Forteza Piña.
2235 D. Tomás Ibarrola Polanco.
2236 D. José Luna Viademonte.
2237 D. Diego Terrero González.
2238 D. Adalberto Alonso.
2239 D. Vicente Bilar David.
2240 Señora de D. Diego Terrero.
2241 D. Justo Gonzalo Garrido.
2243 Doña Salud R. Leal de Gonzalo.
2245 D. Moisés Barrio y Duque.
2246 D. Pedro Basanta.
2247 D. Gonzalo Santos Mirat.
2248 D. Manuel Iceta.
2249 D. Domingo de Berreatúa.
2250 D. Ignacio María Robledo.
2251 D. José Díaz de la Riva.
2252 D. Juan Gómez Ortiz.
2253 D. Miguel Gómez Ortiz.
2254 D. Manuel María Díaz.
2255 D. José María Villamiel.
2256 D. Enrique Larrondé.
2257 D. Luis Alvarez.
2258 D. Pablo Bueno.
2259 D. César Serrano.
2260 D. Toribio Martínez.
2261 Doña Emilia Fernández de M.
2262 D. José Togores.
2263 D. José Ramírez de Cartagena.
2264 Doña Encarnación de la Viña de Lleó.
2265 D. Francisco Jimeno Ballestero.
2266 D. Juan del Solar Martínez.
2267 D. Miguel Muñoz González.
2268 D. Isidoro Gómez Lorenzo.
2269 Doña Victoria Antón.
2270 D. Manuel Antón.
2271 D. Jesús Herrero.
2272 D. Sebastián Rascón.
2273 D. Enrique González Granda.
2274 D. Alfredo Santos de Arana.
2275 Doña Carmen Zarracina de Santos.
2276 D. Pedro García Faria.
2277 D. Juan Costa Faure.
2278 D. Manuel Lucini.
2279 D. Emilio Kwalski.
2280 D. Antonio Miguel.
2281 D. Pedro Miguel Antiñano.
2282 D. Angel García de Bedoya.
2283 D. Ramón Gil Balberán.
2284 D. Luis Fernández Iruegas.
2285 D. Luis Escobedo del Valle.
2286 D. Enrique Molezum Núñez.
2287 D. Antonio Fernández Zarra.
2288 D. Salvador López Miño.
2289 D. Ezequiel Naranjo Sobrino.
2290 Doña Matilde Vázquez de Naranjo.
2291 D. Francisco Checa.
2292 Doña Marina Casajús de Checa.
2293 Doña Antonia Mediáldea de Ransis.
2294 D. Manuel García Noguerol.
2295 Doña Pilar Ruiz de Perier.
2296 D. Francisco Bersies.
2297 D. Alvaro Angedo de las Heras.
2298 Doña Carmen Terán de Angelo.
2298 Doña Carolina Terán Galindo.
2300 Doña Rosario Terán Galindo.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

2301 Doña Lucía de Castro, viuda de Velázquez.
2302 Doña Lucía Velarde Castro.
2303 D. Vicente González Regueral.
2304 D. José Zorrilla de Velazco.
2305 D. Rafael Ferrer del Valle y Rojas.
2306 D. Franciso García de Sola.
2307 D. Francisco Domínguez.
2308 D. Juan Hernández Ramos.
2309 D. Jorge Menéndez.
2310 D. Francisco Barbero Garrido.
2311 D. José de Colsa y Colsa.
2312 D. Juan Babot Orbaex.
2313 D. Nicanor Martínez Ruiz.
2314 D. Ramón del Riego.
2315 D. Rafael Vegazo Mansilla.
2317 D. Manuel Belda.
2318 Doña María Guadalupe Junquera Gil.
2319 Doña Emilia Gil de Junquera.
2320 D. Antonio Ribera Ridaura.
2321 D. Alberto Ferrús.
2323 D. Leopoldo Bárcenas.
2324 Doña Margarita Terri de Durán.
2325 Doña Margarita Durán y Terri.
2326 D. Manuel García Peña Rubio.
2327 D. César Pérez Villarias.
2328 D. Juan Tommi Martín.
2329 D. Javier Gómez de la Serna.
2330 Señor Conde de Casa Canterac.
2331 D. Pío Linares Lamadrid.
2332 D. Jaime Petit Renonse.
2333 D. Jesús Uriarte.
2336 D. Manuel Escudero Toledo.
2337 D. Germán Barbier Leande.
2338 Doña Elisa Beranger de la Viña.
2339 Doña María Teresa la Viña Beranger.
2340 D. Antonio Buitrago.
2341 D. Joaquín Serra.
2342 D. Antonio Briones García Escudero.
2343 D. Alberto Blanco Ojeda.
2344 D. Bienvenido Dueso.
2345 D. Luis Torón.
2346 D. Guillermo Gómez Ceballos.
2347 D. Enrique Barrios.
2348 D. Claudio Alvarez González.
2349 D. Carlos Escobar.
2350 Doña María Albert Cabanis de Flores.
2351 D. José Ortega.
2352 D. Manuel del Castillo Romero.
2353 D. José Fernández Bordast.
2354 D. José Téllez.
2355 D. Francisco J. Mendecuchía.
2356 Doña Isabel Lobo de García Poyes.
2357 D. José Feito.
2358 D. José Gasset.
2359 D. Luis Gasset.
2360 D. José R. Carracido.
2361 Doña Julita Castañeda de Carracido.
2362 D. Cayetano Noguera.
2363 D. Francisco de Alvear.
2364 D. Angel Gómez Díaz.
2365 D. Federico de Castro.
2366 D. Manuel Isasa.
2367 D. Luis de Yarto.
2368 D. Emilio de Carlos.
2369 D. Facundo Comes y Vives.
2370 D. Luis Ortun.
2372 D. Francisco López Romero.
2373 D. Pedro del Toro.
2374 D. Francisco Olavide.
2375 Doña Carmen García Inés de Olavide.
2376 Doña Aurea Olavide y García Inés.
2377 D. Rogelio Martínez.
2378 D. Carlos Mejón Eugercio.
2379 D. Celestino Archanco.
2380 D. Augusto Marroquín de Tobalina.
2381 D. José Llevot Roca.
2382 D. Enrique Barbeyto.
2383 D. Miguel Angel Estève.
2384 D. Joaquín Ximénez Embun.
2385 D. Segismundo Vandrell.
2386 D. José Arenas y García.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

2387 Doña Pilar Medina de Serret.
2388 Doña Josefa Medina Martínez.
2389 D. Manuel Triviño y Villa.
2390 D. Felipe Fúster.
2391 D. Antonio María Esbert.
2392 D. Manuel Rodríguez Machado.
2393 D. Antonio Corral.
2394 D. Víctor Pío Brugada.
2395 D. Adalberto Picaso Bisent.
2396 D. Carlos Barutell.
2397 D. Teodoro Anasagasti.
2398 D. Cornelio Arellano.
2399 D. Eusebio Pascual.
2400 D. Pío García Escudero.
2401 D. Manuel Carlos Roca.
2402 D. José González Vázquez.
2403 D. Serafín Darrueta.
2404 Doña Ana de Madariaga Orozco.
2405 Doña Tomasa de Madariaga.
2406 Señorita Amalia Castro de Madariaga.
2407 D. José Pruneda Torres.
2408 D. Angel Casas Vilches.
2409 D. Carlos Arias Vázquez.
2410 Doña Purificación Oña de G. Flores.
2411 Doña María del Pilar Gómez Oña.
2412 D. José Aragón Montejo.
2413 D. Jesús Cánovas del Castillo.
2414 D. Agustín Martín Montalvo
2415 D. José María Méndez de Vigo.
2416 D. Antonio Ballesteros.
2417 D. Eugenio Díaz del Castelló.
2418 D. Clemente Sánchez Torres.
2419 D. Cayetano Tamés.
2420 D. Bruno Morcillo Pruneda.
2421 D. Tomás Santi.
2422 D. Vicente García Cabrera.
2423 Doña Concepción Romero de Vázquez.
2424 D. José María Olías Salvador.
2425 D. Sebastián Martín Moragas.
2426 Doña Asunción Castedo de Lelló.
2427 D. Leopoldo Mántaras.
2428 Doña Concepción Casanovas de Mántaras.
2429 D. Federico Echevarría.
2430 D. Luis Octavio de Toledo.
2431 D. Fernando Rojo y Sojo.
2432 D. Bonifacio Montero.
2433 D. Pablo García y García.
2434 D. Agustín Escudero.
2435 D. Rafael Aguirre.
2436 Doña Matilde Ribot Fernández.
2437 D. Emiliano de la Puente Martín.
2438 D. Diego Cámara.
2439 Señora de Diego Cámara.
2440 D. Ramón Díaz.
2441 D. Javier de la Calzada Bayo.
2442 D. Fernando Cámara Jiménez.
2443 D. Angel de Castro Vera.
2444 D. Tomás Girón.
2445 D. Fernando Heredia.
2446 D. Fernando Carmona.
2447 D. Manuel Velazco de Pando.
2448 D. Inocente Sicilia Ruiz.
2449 D. Javier Serrano García.
2450 D. Ramón Gamonal.
2451 D. Ramón Martínez de Velazco.
2452 D. José Selvariño.
2453 D. Marino Dávila.
2454 Doña María Ruiz de Pedrosa de Alarcón.
2455 D. Luis Pascual.
2456 D. Clemente Sáenz.
2457 D. José Gorostidi.
2458 D. Ricardo Ríos.
2460 D. Juan Lázaro Urra.
2461 D. Alfredo Kindelán de la Torre.
2463 Doña Ildefonsa de Dorronsoro.
2464 Doña Carmen Dorronsoro.
2466 D. Cayetano Ortega González.
2467 D. Manuel Gispert.
2468 Doña Ana Blauch de Gispert.
2469 D. Ramón Daza y Guerra.
2470 D. Fernando Nájera Angulo.
2471 D. Miguel Ortega Herrera.
2472 D. Alfonso Segura.
2473 D. José Vales.
2474 D. Alfonso Aramburo.
2475 D. José Aramburo.
2476 D. José Gil Boluda.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

2477 D. Ramón Cases.
2478 D. Leopoldo Jaranta.
2479 D. Emilio de Vicente.
2480 D. Tomás Infante.
2481 D. Juan López Vázquez.
2482 D. Mariano González Cersa.
2483 D. Eduardo Normand.
2484 D. Vicente Ramón Yerbes.
2485 D. Enrique Normand.
2486 D. Vicente Pujol.
2487 D. Tomás García Noblejas.
2488 D. Antonio Hernández.
2489 D. Eusebio Rojas Marco.
2490 D. Fernando Grajera de León.
2491 D. León Sánchez Pavón.
2492 Doña Isabel Sánchez de Miranda.
2493 D. Andrés Martínez de Velasco.
2494 Doña María Antonia Estalleya.
2495 D. Enrique Gasset.
2496 D. Ramón Irazusta.
2497 D. Teodoro Dublan.
2498 D. Ramón Suárez Pazos.
2499 D. Luis Cervero.
2501 Doña Vicenta Rodríguez.
2502 Doña Elisa Sánchez Benito.
2503 D. Francisco Rodríguez Marín.
2504 D. Isidro García del Barrio.
2505 D. Eduardo Estelat y Torres.
2506 D. Luis García de los Salmones.
2507 D. Enrique Vignote.
2508 D. Herminio Alvarez.
2509 D. José Francisco Gutiérrez.
2510 D. Antonio Mallorga.
2511 D. Laureano Menéndez.
2512 Señora de D. Laureano Menéndez.
2513 D. Andrés Herrero Egaña.
2514 D. Luis Oyos Sainz.
2515 D. Federico Almedilla.
2516 D. Josús García Ochoa.
2517 D. José Alonso de la Torre.
2518 D. José Orad de la Torre.
2519 D. Joaquín Borné Dalmáu.
2520 D. Emilio Bermejo.
2521 D. Santiago Valiente
2522 D. Rafael Echevarría.
2523 D. Salvador Manrique de Lara.
2524 D. José López Palazón.
2525 D. Jacobo Arias Sanjurjo.
2526 Doña María Villar de Arias.
2527 D. Jacobo Arias Villar.
2528 D. Francisco Carramiñana.
2529 D. Martín Bellot.
2530 D. Antonio Revenga Carbonel.
2533 D. Luis Justo Sánchez.
2534 Doña Eloísa Micheleno de Gamonal.
2535 D. Fernando González Balbino.
2536 Doña Luisa González Ocampo.
2537 D. Jenaro Alas.
2538 D. Jesús Hueso.
2539 D. Manuel Gutiérrez del Arroyo.
2540 D. Miguel Echegaray.
2541 D. Rafael de la Vega.
2542 D. Sergio de Novales.
2543 D. José López Coca.
2544 D. Miguel Pineda Reyes.
2545 D. Arturo Chamorro Casaseca.
2546 D. Vicente Ruiz Gómez.
2547 D. Diego Tejera López.
2548 Doña Isabel Mandonado de Tejera.
2549 Señor Marqués de Gaviria.
2550 D. Pedro Rivas Bové.
2551 D. Luis del Río.
2552 Señora de Montiel.
2553 D. Jesús Planchuelo.
2554 Doña Victoria Ruiz de Mendoza.
2555 D. Pedro Antonio de Alarcón.
2556 D. José María Alarcón.
2557 D. Alberto Inclán.
2558 D. Vicente Anglada.
2559 D. Antonio Serrano García.
2560 D. Gabriel Roca García.
2561 D. Remigio Conde.
2562 D. Juan Manuel Delgado.
2563 D. Timoteo Sanmillán.
2564 D. Braulio Ortiz.
2565 D. Manuel Alvarellas.
2566 D. Bernabé Estradas.
2567 D. Felipe Arévalo Salto.
2568 D. Antonio Ferrán.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

2569 D. Enrique Unamuzaga.
2570 D. Enrique de Landecho.
2571 D. Jesús Menéndez.
2572 D. Eduardo Cabello.
2573 Doña Aurora Monterde.
2574 Doña Aurora Cabello de Monterde.
2575 D. Vicente R. Lozano.
2576 D. Tomás Ribera de Atienza.
2577 D. Mariano Hernández.
2578 D. Francisco Pascual de Quinto.
2579 D. Felipe Villar y López.
2580 D. Vicente Bru Gómez.
2581 D. Miguel Canseco.
2582 D. Julio Izquierdo.
2583 D. Zacarías Martín Gil.
2584 D. Pedro Gómez.
2585 D. Antonio Arriola.
2586 D. Teodosio José Torres.
2587 D. Antonio Malleda.
2588 Doña Inés Rodríguez de Malleda.
2590 Doña Epifania Guibert.
2591 Doña Mercedes Riera.
2592 Doña Javiera Mendizábal.
2593 D. Francisco de la Torre.
2594 D. Carlos Valle y Tomás.
2595 D. Mariano Rubió.
2596 D. Angel Arbex.
2597 D. Franciso de P. Rojas.
2598 D. Mariano Campos.
2599 D. José Fajardo Verdejo.
2600 D. Francisco Lozano.
2601 D. Emilio Jiménez.
2602 D. Tomás Ortiz de Solórzano.
2603 D. Antonio Cue Blanco.
2604 D. Luis Sierra Bustamante.
2605 D. Alfredo Kindelán.
2606 D. Luis Pallanca Martínez.
2607 D. Ricardo Goytre Bejarano.
2608 D. Julio García Rodríguez.
2609 D. Francisco Díaz.
2610 D. Arturo Montel Martínez.
2611 D. Francisco Bastos.
2612 D. José Ortiz Echagüe.
2613 D. Ricardo Martín.
2614 D. Agustín Losertales.
2615 D. Ramón Ríos Balaguer.
2616 D. José Lafite.
2617 D. Gonzalo Zamora.
2618 D. Joaquín Anell y Ladrón de Guevara.
2619 D. Anselmo Lacasa.
2620 D. Domingo Morriones.
2621 D. José Cremades.
2622 D. Carlos Salvador.
2623 D. Simeón de Pedro.
2624 D. Luis Serrano.
2625 D. José Ramírez Ramírez.
2626 D. Miguel Cerdá y Morró.
2627 D. Pedro del Río Soler.
2628 D. Gregorio Prados.
2629 D. Leandro de Amilibis.
2630 D. José Luis Escarrió.
2631 D. Felipe López Arias.
2632 D. Tomás Alonso.
2633 D. Jesús Martín de Diego.
2634 D. Jacobo Boza y Montoto.
2635 D. José Gálvez Cañedo.
2636 D. Manuel Escuderol
2637 D. Germán Zamora.
2638 D. Jesús Antonio Real.
2639 D. Felipe Labredo.
2640 D. Mariano Estévez.
2641 D. Francisco Rubín de Celis.
2642 D. Francisco Zubia.
2643 D. José Brugarolas.
2644 D. Alfonso García Font.
2645 Doña María Singuan de García.
2646 D. Vicente José Loaces.
2647 Doña Concepción Cascajares.
2648 D. Víctor Moreno Márquez.
2649 D. José Escrivá de Romaní.
2650 D. Francisco Pintado.
2651 Doña María Fe de Pintado.
2652 Doña Bibiana González.
2653 D. Carlos Incenga.
2654 Doña Encarnación Peralias.
2655 D. Francisco Caballero.
2656 Doña Nieves Vallader.
2657 Doña Consuelo Vallader.
2658 D. José María Rodríguez Cabás.
2659 D. José María Aguirre.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

2660 D. Francisco Wais.
2661 D. Ricardo Zubiría.
2662 D. Estanislao Herraz.
2663 D. Joaquín María del Villar.
2664 Señora de Balzona.
2665 D. Adolfo Lavillain.
2666 D. Felipe de la Fuente.
2667 D. Enrique Cabanes.
2668 D. Tomás Dorronsoro.
2669 D. Javier Azpiroz.
2670 D. Mariano Gros.
2671 D. José María Manso de Zúñiga.
2672 D. C. A. Friend.
2673 D. Manuel Sáenz.
2674 D. Mariano Garín.
2675 D. Zacarías Janini.
2676 D. César Olaso.
2677 D. José Benítez.
2678 D. Lorenzo Morales.
2679 D. José Ruiz.
2680 Doña María Esteide de Ruiz.
2681 D. José María Soroa.
2682 D. Tomás Guillén.
2683 D. Carlos Moncala.
2684 D. Gonzalo Ceballos.
2685 D. Antonio Benjumea.
2686 D. José Galvis.
2687 Doña Anita Galvis.
2688 D. Jacinto J. González.
2689 D. Juan José Gómez.
2690 D. Eduardo Lozano.
2691 D. José Calero.
2692 D. Valentín Fuentes.
2693 Doña María Luisa Fuentes.
2694 D. Antonio Páez.
2695 D. Mariano Lozano.
2696 D. José Bravo.
2697 D. Eduardo de Mambrilla.
2698 D. Carlos de la Fuente.
2699 D. Manuel de la Calzada.
2700 D. José Suárez Leal.
2701 D. Manuel Martínez Angel.
2702 D. Leopoldo Barrena.
2703 D. José M.ª Cabañas.
2704 D. José M.ª Huidobro.
2705 D. Antonio Bourbón.
2706 D. Francisco Durán.
2607 D. Eugenio Flovert.
2708 D. Cándido Fernández.
2709 D. Ramón Palú.
2710 D. Narciso Mazolivere.
2711 Doña María Luisa Martín.
2712 D. Andrés Martínez.
2713 D. Francisco Sáenz López.
2714 D. Antonio Calvo.
2715 D. José María Martín.
2716 D. José Martínez Segovia.
2717 D. Eugenio Rugarcía.
2718 D. Federico Gómez.
2719 D. José M.ª Fúster.
2720 D. Manuel Abel de la Hoz.
2721 D. Bernabé Bon.
2722 D. Enrique Gallego.
2723 D. Ramón Cantos.
2724 D. Enrique Parella.
2725 D. Adrián Adréu.
2726 D. Ricardo Mozo.
2727 D. Luis Guijarro.
2728 D. Eduardo Butler.
2729 D. Manuel Gassol.
2730 D. Pedro de Anca.
2731 D. José Durán.
2732 D. José Laso de la Vega.
2733 D. José Antonio de Cabayes.
2734 D. Bernardo Modesto Gómez.
2735 D. Manuel Otero.
2736 D. José Jesús Santos.
2737 D. Fernando Wirtzes.
2738 D. Ricardo Urgoiti.
2739 D. Francisco Bustel.
2740 D. Francisco Alsina.
2741 D. Nicolás Tous.
2742 D. Juan Vallejo.
2743 D. Angel Torrejón Montero.
2744 D. Angel Cruz.
2745 D. José de la Viña.
2746 D. Enrique Bernarl.
2747 D. Manuel Cánovas.
2748 D. Francisco Alcedo.
2749 D. Martín de Espínola de Acedo.
2750 D. Luis Escrivá de Romaní.
2751 D. Mariano de Santiago.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

2752 D. Alejandro de Torrejón.
2753 D. Javier Morales.
2754 Doña Consuelo Cardona.
2755 D. Mari Cardona.
2756 D. José M.ª de Simón.
2757 D. Miguel Oroz.
2758 D. Antonio María Jiménez.
2759 D. Antonio Jiménez Rico.
2760 D. Recaredo Sáenz de Santa María.
2761 D. José Luis Vives.
2762 D. Rafael Carrera.
2763 Doña Elena Villagráu de Jiménez.
2764 Doña Elena Jiménez de Zardoya.
2765 Doña María Teresa Jiménez.
2766 Doña Concepción Jiménez.
2767 D. Alberto Laffón.
2768 Doña María Victoria Campos.
2769 D. Manuel Merier Sarria.
2770 D. Juan Pérez Cornet.
2771 D. Julio Arenillas.
2772 D. Francisco Navarro Gómez.
2773 D. Manuel Cominges.
2774 D. Cayetano Ubeda.
2775 D. Longinos Luengo Herrero.
2776 Doña Rosario Fontecha de Nieto.
2777 D. Pablo Quílez.
2778 D. Eleuterio Sánchez.
2779 D. Pablo Galbete.
2780 D. Miguel Mata.
2781 D. Juan Díaz.
2782 Doña Isabel Jiménez Lobo.
2783 Doña Carmen Bayo de Boguerín.
2784 Doña María de Boguerín.
2785 Doña María Bayo de Boguerín.
2786 Doña Luisa Vtoff de Puig.
2787 Señora Condesa de Baynoa.
2788 Señor Conde de Baynoa.
2789 D. Carlos L. de Ramos.
2790 D. Esther Oría de Galludo.
2791 D. Rafael Samaniego.
2793 D. Antonio López.
2794 D. Ventura Bustos.
2795 D. José Luis de Oriol.
2796 D. Eduardo Carvajal.
2797 D. Jerónimo Alonso.
2798 D. Francisco B. Palomo.
2799 D. Enrique Conde.
2800 Doña Josefina Cortés de Conde.
2801 D. Francisco Quirós.
2802 D. Domingo Salazar.
2803 D. Manuel Ocharan.
2804 D. José Antonio Torá.
2805 D. Gumersindo Gutiérrez.
2806 D. Narciso Guitián.
2807 D. Enrique Loberio.
2808 Doña Paz de Ibarra.
2809 D. Ignacio de Olaso.
2810 D. Francisco Ayuso.
2811 D. Jesús María de Ugarte.
2812 D. José Mesa.
2813 D. Juan Marengat.
2814 D. Pedro Aza.
2815 D. José María Budarán.
2816 D. Antonio Doncel.
2817 D. Tomás Quesada.
2818 Señora de Pérez.
2819 Doña Carmen Pérez.
2820 D. José López Vargas.
2821 Doña Josefina de Lucía.
2822 Doña Ana Ruiz de Gabala.
2823 Doña María Ruiz.
2824 D. Enrique Morales.
2825 D. Juan F. Sanz.
2826 Doña Adela Sanz.
2827 D. Juan Echevarría.
2828 D. Antonio González.
2829 Doña Gloria Morilo.
2830 D. Alberto Fernández.
2831 D. Carlos G. Mauriño.
2832 D. Fernando Martínez.
2833 D. Benito Samper.
2834 D. Angel Ayala.
2835 D. Félix G. Polavieja.
2836 D. Gustavo Ferrer.
2837 D. Teodoro Gil Angulo.
2838 D. Roberto Mur.
2839 D. José Pérez.
2841 D. Ramón Calatayud.
2842 D. Francisco Rus.
2843 D. Julián Roldán.
2844 D. Leopoldo López.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

2845 D. Rogelio Pelayo.
2846 D. José Salmerón.
2847 D. Ricardo Trenor.
2848 D. Juan Xaicó.
2849 D. Francisco Fernández.
2850 D. Juan Churruca.
2851 D. Francisco Fernández.
2852 D. Lorenzo Iniesta.
2853 D. José Benlloch.
2854 D. José Clemares.
2855 D. Miguel Rodríguez.
2856 D. Manuel Neira.
2857 D. José Horpitaler.
2858 D. Martín Marticorena.
2859 D. Guillermo Galmes.
2860 Doña María de Fuentes.
2861 D. Joaquín Blasco.
2862 D. Mariano de las Peñas.
2863 D. José Armero Pla.
2864 D. Domingo Orueta
2865 D. Domingo O. Castañeda.
2866 D. Jorge de Orota.
2867 Doña Lucía de O. Castañeda.
2868 D. Manuel O. Castañeda.
2869 Doña Josefa Castañeda.
2870 D. José C. Ramírez.
2871 Doña María Marquecho.
2872 Doña María del M. Castañeda.
2873 Doña Concepción O. Castañeda.
2874 D. Rafael Urguiño.
2875 Doña Josefa Anold.
2876 Doña Isabel Jiménez.
2877 Doña Gloria de Rodrigo.
2878 D. José Harvilla Hernández.
2879 D. Pedro Echevarría.
2880 D. Francisco Avellán.
2881 D. Jacinto de Garamendi.
2882 D. Mariano Aguiló.
2883 D. Juan Montañés.
2884 D. Antonio Aznar.
2885 D. Francisco de Mazarredo.
2886 D. Fernando Moreno.
2887 D. José Fernández.
2888 Srta. de Castany.
2890 D. Fernando Oria
2891 D. Antonio Díaz Gómez.
2892 D. Fernando Blanes.
2893 D. Juan de la Torre.
2894 D. Agustín Virgili.
2895 D. Carlos Bhalsen.
2896 D. Emilio Ullastres.
2897 D. Carlos Casado.
2898 D. Manuel Sanz.
2899 D. Francisco Godínez.
2900 D. Manuel García Miranda.
2901 D. Manuel García Noguerol.
2902 D. Ismael del Pau.
2903 D. León Martín Peinador.
2904 D. Rafael Marín del Campo.
2905 D. Luis Lameyer.
2906 D. Eufrasio Ruiz.
2907 D. Emilio Molina.
2908 D. Antonio Viejo.
2909 D. Francisco Vives.
2910 D. Andrés Fernández.
2911 D. Nicolás Soto.
2912 D. Carlos Mendoza.
2913 D. Rafael Fernández.
2914 Doña María B. de Escoriaza.
2916 Doña Mercedes R. de Arancón.
2917 Sr. Vizconde de Escoriaza.
2918 D. José María de la Torre.
2919 Doña Emilia de Usera de la Torre.
2920 D. José L. de la Loma.
2921 D. Juan Manuel López.
2922 D. Pedro Armendáriz.
2923 D. Fernando Plaja.
2924 D. Marcelino Ahijón.
2925 Doña Julia Tobía.
2926 D. Enrique Alvarez de la Braña.
2927 D. Isidro García del Barrio.
2928 D. Lino Galán.
2929 D. Eliseo Belzonce.
2930 D. Esteban López.
2931 D. Valeriano Ruiz de Guevara.
2932 D. Enrique Pastor.
2933 D. Francisco Pinto.
2934 Doña Luisa G. de Pinto.
2935 Doña Cecilia González de Aldecoa.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

2936 D. Luis Amorós.
2937 D. Pedro Uguet.
2938 D. Fidencio Gros.
2939 Doña Felisa Fernández.
2941 D. Lorenzo Alonso.
2942 D. Ramón Peyroncely.
2943 D. Manuel Peyroncely.
2944 D. Carlos F. de Caleya.
2945 Doña María Camarasa de Caleya.
2946 D. José Pastor.
2947 D. Antonio Izquierdo.
2948 Doña María Sánchez Pescador de Marín.
2949 D. Tomás Hernández.
2950 D. Enrique A. de Mesa.
2951 D. Miguel Díez Delmonte.
2952 D. Eulogio Barandiarán.
2953 Doña Sofía Castrillo.
2954 Sra. Marquesa de Gorbea.
2955 Sra. de Otero.
2956 D. Moisés Martínez.
2957 D. Urbano Sagredo.
2958 D. Ramón Fernández Hontoria.
2959 D. Estanislao de Simón.
2960 D. Leopoldo Salto.
2961 D. Alfonso Albéniz.
2962 D. Alfonso García.
2963 Doña María C. Valdés.
2964 Doña María del Carmen y Díaz Caneja.
2965 D. Francisco Sanjuán.
2966 D. José Padrós.
2967 Doña Margarita Moreno de Casanova.
2968 Doña Mercedes G. Mateo de Casanova.
2969 Doña Concepción Moreno de M. de Vidales.
2970 D. Luis de Irízar.
2971 D. Desiderio Martínez.
2972 D. Joaquín Márquez.
2973 Doña María Alvarez Carbó.
2974 Doña Margarita Alvarez Carbó.
2975 D. Antonio Pacheco.
2976 Doña Josefa León de Pacheco.
2977 D. Luis Sánchez Ocaña.
2978 D. Enrique Banús.
2979 D. Agustín Oliván.
2980 D. Antonio María Valdés.
2981 D. Miguel Useros.
2982 D. Braulio Helguera.
2983 D. Nicolás de la Helguera.
2984 D. Silverio de la Torre.
2985 D. Fernando Córdoba.
2986 Doña Sofía Acebal.
2987 Doña Pilar Monfort.
2989 D. Ramón de Torre.
2990 D. Jaime Lannes Baones.
2991 D. Carmelo Monzón.
2992 D. Juan B. Varela.
2993 D. Emilio Jiménez.
2994 Doña Juana Arribas de Jiménez.
2995 D. Francisco Ruiz.
2996 Doña Dolores Muñoz.
2997 Doña Matilde Gil.
2998 D. Rafael Moore.
2999 D. José Crespo.
3000 D. Juan Fatjó.
3001 D. José Gallarza.
3002 D. Ramón Sanz.
3003 D. Pedro Antonio Lara.
3004 D. Angel de Torres y Orozco.
3005 D. Pascual Santos Lorenzo.
3006 D. Enrique Saiz.
3007 D. Salvador Trevijano.
3008 Doña Leonor Molina.
3009 D. Eugenio Lancha.
3010 D. Mariano Reymundo.
3011 D. Bernardo Zapico.
3012 D. José de Algorte.
3013 Doña Aurea Palacios.
3014 D. Angel Zubillaga.
3015 Doña Rosario Fontecha.
3016 D. Jesús Grinda.
3017 D. José Esteban Clavillar.
3018 D. Enrique Mathé.
3019 D. Enrique Gallego.
3020 D. José Eugenio Rivera.
3022 Doña Jesusa Gil de la Hoz.
3023 Doña Isabel Vela Roy.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

3024 Doña Macaria Lafuente.
3025 D. Francisco Matnz. Navarro.
3026 D. Rafael Corbi.
3027 D. Manuel Macías.
3028 D. Santiago Puig.
3029 D. Luis Ferrer.
3030 D. Demetrio Chinchetru.
3031 D. Dionisio Ramírez.
3032 D. José Pérez Herrera.
3033 Doña Dolores Herrera.
3034 Doña María Pérez Herrera.
3035 D. Luis Madinaveitia.
3036 D. Francisco Muñoz Rubio.
3037 D. Florentino Villanueva.
3038 D. Francisco García Sanz.
3039 D. Inocente Trice Aldaz.
3040 D. José María Martínez.
3041 Doña María Estrada.
3042 D. Ramón Pérez Muñoz
3043 D. Antonio Marqués.
3044 D. Jesús Aguirre.
3045 D. Manuel Goitia.
3046 D. Francisco González de la Casa.
3047 D. Gabriel Leyda.
3048 D. Juan Lencina.
3049 D. Luis Morales.
3050 D. Luis Bravo.
3051 D. Alberto Colomina.
3052 D. Rafael Samper.
3053 D. José María Alvarez.
3054 D. José Miralles.
3055 Doña Rafaela Cruz.
3056 D. Eugenio Córdoba.
3057 D. Dionisio Lara.
3058 D. Emilio Grondona.
3059 D. José González.
3060 D. José Azcoite.
3061 D. Justo Santos.
3062 D. Luis Cruz.
3063 Doña Mariana Bru.
3064 Doña Mariana Cruz.
3065 D. Rafael Cruz.
3066 Doña Dolores de los Ríos.
3067 Doña Catalina Martín de los Ríos.
3068 D. Antonio Cuadrupani.
3069 D. Pedro Benito Barranchina.
3070 D. Guillermo Ripoll.
3071 D. José Buenaga.
3072 Doña Teresa Marchante.
3073 D. Miguel Calderón.
3074 D. Celedonio Noriega y Ruiz.
3075 D. Ramón Theureau.
3076 D. Carlos González de Andrés.
3077 Doña María Cruz Guitián de Uriarte.
3078 D. Camilo Vega.
3079 Doña María Fernández Redondo.
3080 Doña Enriqueta Redondo Rubio.
3081 D. Alfonso de la Llave.
3082 D. José María Herrero.
3083 D. José Marchena.
3084 Doña María Monserrat.
3085 Doña Carmen Banús y Comas.
3086 Doña María del Río, viuda del Río.
3087 D. José Viana.
3088 Doña Dolores Cenicero de Murillo.
3089 D. Alfonso García Rives.
3090 D. Antonio Robles Barbacil.
3091 D. Ramón García Herbets.
3092 D. Antonio Méndez Vigo.
3093 D. José de Rivera.
3094 D. Fernando Peña.
3095 Doña Paulina Alarcón.
3096 Doña Aurora Flores Marín.
3097 Doña María Cruz Díaz de Azcárate.
3098 Doña Carmen Oliver y Azpa.
3099 Doña Manuela Oliver.
3100 D. Javier Zorrilla.
3101 D. José María Dorronsoro.
3102 Doña Virtudes Cacho de Jiménez.
3103 D. Francisco Irigaray.
3104 Doña María del Pilar Ibarra.
3105 D. Mario Viani Caballero.
3106 D. Eugenio Díez y Díez.
3107 D. Alfredo Serrano Jóver.
3108 D. Antonio F. Bolaños.
3109 D. Elías Hernández Jora.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

3110 D. Luis Gómez Mora.
3111 Doña Dolores Berenguer.
3112 Doña Elena de Quintanilla.
3113 Doña Julia Quintanilla.
3114 Doña Adelaida de Boix.
3115 D. Alejandro Roselló.
3116 D. Narciso Clavería.
3117 D. José Cebada.
3118 D. Alfredo Amigó y Cassó.
3119 D. Fernando Díaz Caneja.
3120 Doña Julia Fando de Díaz Caneja.
3121 D. Enrique Izquierdo.
3122 D. Roger Alvarez.
3124 D. Enrique Vidal.
3125 D. Facundo Balseyro.
3126 D. Ricardo Sata.
3127 D. Enrique Mackay.
3128 D. Angel Rodríguez.
3129 D. Antonio Barrera.
3130 D. Carlos Ginovart.
3131 D. Luis del Mármol Torres.
3132 D. Florentino Briones.
3133 Señorita de Diz Pizado.
3134 Doña Isabel Diz.
3135 D. Francisco Oliver.
3136 D. José María Alberich.
3137 D. Agustín Jordana.
3138 D. Manuel Robador.
3139 D. Fernando Trevijano.
3140 D. Manuel Saraluce.
3141 D. César Gamarra.
3142 D. Luis Blanco.
3143 D. Miguel Cortina.
3144 D. Manuel Ibáñez.
3143 D. Cesáreo Crespo.
3146 Señora de D. C. Crespo.
3147 D. Enrique Albats.
3148 D. Francisco Bescas.
3149 Doña María Teresa Bescas.
3150 Doña María Luisa Bescas.
3151 D. Ricardo Aranegui.
3152 D. Angel Fernández Llamasara.
3153 D. Gregorio López Aguilar.
3154 D. Antonio Garmendia.
3155 D. José Benito Martínez.
3156 D. Juan Luis Franco.
3157 D. Vicente Dols.
3158 D. Manuel Blasco.
3159 D. Vicente Salinas.
3160 D. Eduardo García Linares.
3161 D. Luis Cid.
3162 D. Pedro Morales.
3163 D. Félix Cabello.
3164 D. Federico Luchusinger.
3165 D. José Plaza.
3166 Doña Isabel Carce de Torán.
3167 Doña Jesusa Rodríguez.
3168 D. Enrique Salgado.
3169 D. Ignacio Arana.
3170 D. Ricardo Maura.
3171 D. José Jimeno.
3172 D. Fernando Cabello.
3173 D. Carlos Dicenta.
3174 D. Valeriano Ruiz Cisneros.
3175 D. Francisco Figueras.
3176 D. Manuel Atiecha.
3178 D. Eduardo Jacob Tellechea.
3179 Doña Adelaida Villar.
3180 D. Cristóbal Machín.
3181 Doña Pilar Checa.
3182 Doña Carmen Checa.
3183 D. Nicolás González Polax.
3184 D. Juan Piñana.
3185 Doña Concepción Imaz.
3186 D. Antonio Rementería.
3187 Doña Carolina López de Coca.
3188 Doña Mercedes de Ibarrola.
3189 Doña Salud Ayllón.
3190 Doña Mercedes Gallarza.
3191 Doña Mercedes Jiménez.
3192 Doña Pilar del Valle de García Viana.
3193 Doña María Josefa Moncada
3194 D. Luis Gamir.
3195 Doña Fanny Prieto de Gamir.
3196 D. Mauricio Thomas.
3197 D. José Luis de Orduña.
3198 D. Luis Alanda.
3199 D. Luis Martín de Vidales.
3200 D. Santiago Rodríguez.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

3201 D. Francisco Monterdo.
3202 D. Mauro León Vallejo.
3203 D. Juan Gabriel Peralt.
3204 D. Luis Pancorbo.
3205 D. Juan Rodríguez Sardiño.
3206 D. Félix López.
3207 Doña Julia Díaz Santos de Juane.
3208 Doña Pilar Hernández.
3209 Doña Mercedes Boti.
3210 D. Eduardo L. Dóriga.
3211 Doña Amparo Oller.
3212 D. José María Lleó.
3213 Doña Julia Melendrera de Lleó.
3214 D. José Jora Leblad.
3215 D. José Sánchez.
3216 D. Manuel de Gomendio.
3217 D. Adriano García Loygorri.
3218 D. Bonifacio Díaz Caneja.
3219 Doña Margarita Irurzum de Ferrer.
3220 D. Nicolás Lacalle.
3221 D. Pedro Marrón Huidobro.
3222 D. Juan Rabaza.
3223 Doña Consuelo Vicente Arche.
3224 D. Federico Cuadrado.
3225 Doña Pilar Méndez.
3226 D. Michael Drunera.
3227 D. Manuel Fren.
3228 D. Severino Cabriño.
3229 D. José Calviño.
3231 Doña María Sánchez Torres.
3232 D. Nemesio Deleyto.
3233 Doña Pilar Fernández M. Valdés.
3234 Doña Pilar Sánchez Fernández.
3235 Doña Angeles Sánchez Fernández.
3236 Doña Concepción Sánchez Fernández.
3237 Doña Julia de Miláns del Bosch.
3238 D. Aurelio Ruiz Castro.
3239 D. Federico Fernández Kuntz.
3240 D. Gabriel Urugüen.
3241 Doña Anunciación Guitián de Agacino.
3242 Señorita de Sánchez Ibargüen.
3243 D. Antonio Jaquineto.
3244 Señorita de Alonso Torán.
3245 D. Alfonso Torán.
3246 Doña Flora de Lizarraga.
3247 D. Gervasio Artíñano.
3248 Doña Elvira Pastor Vélez.
3249 Doña Delfina L. de Escoriaza.
3250 Doña Mercedes Mora de Fatjó.
3251 D. Juan Creus.
3252 D. Manuel Durán.
3253 D. M. del Camino Sagües y Garzón.
3254 Doña Isabel Maicas de Condes.
3255 D. Antonio Moreno Zubia.
3256 D. Santiago Marzo Balduque.
3257 D. José Díaz Galán.
3258 D. José López Gutiérrez.
3259 Doña Antolina Villacampa de Terrens.
3260 Doña Araceli Casinello de Roda.
3261 D. Ricardo Ruiz Pardo.
3262 D. Julián Velázquez.
3263 D. Carlos Dabán y Vallejo.
3264 Doña Mercedes Sánchez Cañete.
3265 Doña Consuelo López de Beltini.
3266 Doña Carmen Salmerto de Morales.
3267 Doña Carmen Morales Lahuerta.
3268 Doña Ignacia Iturriaga de Marvá.
3269 Doña Amparo Torres Marvá.
3270 D. Modesto Sánchez Lloréns.
3271 Doña Rafaela Pedroviejo Mínguez.
3272 D. Antonio Cano Ramos.
3273 D. Eduardo García Martínez.
3274 D. José Cruz López.
3275 D. Alejandro Benito Castresana.
3276 D. Joaquín Vidal.
3277 D. Rafael Picó.
3278 D. Miguel Ortiz Cañavate.
3279 Doña Eustaquia Cañoque de Picó.
3280 Doña Josefa Arroyo.
3281 D. Rodolfo Pérez Guzmán.
3282 D. Claudio Magadán.
3283 D. Andrés Tuduri.
3284 D. José da Casa.
3285 D. José María Benítez Butrón.
3286 D. Anselmo Sopena.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

3287 D. Santos Coarasa.
3288 D. Antonio Bueno.
3289 Doña María Luisa Alsaga.
3290 Doña Carmen Herrero.
3291 D. José Berdala Layta.
3292 Doña Josefina Bayo de Goitre.
3293 Carmen Goitre.
3294 Doña Rosario de la Jara.
3295 Doña Concepción Dominces de Anca.
3296 D. Alfredo Pelló Escalera.
3297 D. Miguel Escudero Arévalo.
3298 D. Enrique García Reyes.
3299 D. Angel Candela Laporta.
3300 D. Luis Castañón Cruzada.
3301 D. Francisco Prados Martínez.
3302 D. Manuel Barja Quiroga.
3303 D. Antonio Oceña González.
3304 Doña Irene Aguilera.
3305 Doña Josefa Aguilera.
3306 D. José Jiménez Martínez Carrasco.
3307 Doña María Jiménez Martínez Carrasco.
3308 D. Joaquín Jiménez Girón.
3309 D. Juan Alonso Gallego.
3310 D. Francisco Alférez Cañete.
3311 D. José Monterde.
3312 D. Joaquín Teranos.
3313 D. José Mussó Blanc.
3314 Doña María Teresa Ubeda.
3315 Doña María del Pilar Ubeda.
3316 D. Jorge Montojo.
3317 D. Gonzalo R. de Dampierre.
3318 D. Gonzalo García Barros de Guitián.
3319 Doña Isabel Ferraz de Dampierre.
3320 Doña Adelina Lasierra de Bello.
3321 Doña Soledad Sol de Gelabert.
3322 D. Rodolfo Gelabert Viana.
3323 D. Gonzalo Santa María.
3324 D. Francisco Moneva.
3325 D. Félix Gallego.
3326 D. Julio Jordana de Pozas.
3327 D. Carlos Rey Segura.
3328 D. Manuel Gadea Loubriel.
3329 D. Delmiro Marcos.
3330 D. Gracián Jáuregui.
3331 D. Luis Sainz Aguirre.
3332 Doña Pilar Suárez.
3333 Doña Rosario Sáiz Pardo.
3334 D. Carlos Cremades.
3335 Doña Rosario Adaro.
3336 Doña Asunción Aznar.
3337 Doña María del Carmen Aznar.
3338 D. Antonio Martínez del Campo.
3339 D. Benito Mariano Andrade.
3340 D. Alfonso Velarde.
3341 D. Luis García Sanmiguel.
3342 D. Vicente Montojo.
3343 D. Higinio Madrazo.
3344 D. Rafael F. Hermosa.
3345 Doña Josefina Hidalgo de Quintana.
3346 Doña Inés Aguirre.
3347 Doña Josefina Aguirre.
3348 Doña Ana Valcorbo.
3349 D. José Moya y López del Castillo.
3350 D. Luis García Marvino.
3351 D. Federico Reparaz.
3352 D. Angel Ortiz.
3353 Doña María Luisa Mendizábal del Valle.
3354 D. Vicente Olmo.
3355 D. José María Plans.
3356 D. Julio Rey Pastor.
3357 D. Ramón Montalván.
3358 D. Luis Echano.
3359 D. Fidel Mantilla.
3360 D. Felipe Garre.
3361 D. Julio Guijarro.
3362 Doña Teresa Huidobro.
3363 Doña María Cecilia Aranda.
3364 Doña Patrocinio Cervino.
3365 D. Gonzalo Hernández Zufiaurre.
3366 D. Gonzalo Hernández Jáudenes.
3367 Doña María Vázquez de González.
3368 Doña Elena González Vázquez.
3369 Doña María González Vázquez.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

3370 D. Juan Teodoro Tutón.
3371 D. Dionisio Muñiz Blanco.
3372 D. Luis Andrade.
3373 Doña Pilar Palanca.
3374 D. José Román Fignau.
3375 D. José Manuel Alonso Zabala.
3376 D. José Luis de Briones.
3377 D. Fernando García Arenal.
3378 D. Manuel Oliver.
3379 D. Urbano Gamir.
3381 D. Alberto Aguilar López.
3382 D. Antonio Nanclares.
3383 D. Manuel López Rodríguez.
3384 D. Rafael Enamorado.
3385 D. Luis Jara.
3386 D. Manuel López Ramírez.
3387 D. Andrés Garrido.
3388 D. Luis Rodríguez.
3389 D. Joaquín Bollo.
3390 D. José Madrona.
3391 D. Manuel Bollo.
3392 D. Suceso Dadín.
3394 D. Arturo Solá.
3395 Doña Mercedes Solá.
3397 D. Julián Gil Clemente.
3398 D. Félix Angosto Palma.
3399 D. Carlos García Pretel.
3400 D. Enrique Paniagua.
3401 D. José Rodríguez Roda.
3402 D. Juan Casado Rodrigo.
3403 D. José Iribarren Jiménez.
3404 D. Eduardo Hernández Vidal.
3405 D. Antonio Valencia Fernández.
3406 D. Leoncio Martínez.
3407 D. Francisco Meseguer.
3408 D. Félix de Molina.
3409 D. Mariano Alvarado Campano.
3410 Doña Agustina Saiz de Unciti.
3411 D. Pedro Pérez Sánchez.
3412 D. Rodrigo Catena Frías.
3413 D. Ventura Alvarado Albó.
3414 D. Enrique María Repullés Vargas.
3415 D. Cristóbal Prieto Carrasco.
3416 D. Angel del Campo Cerdán.
3417 D. Rafael Cerero Luna.
3418 D. Carlos F. Maqueira y Borbón.
3419 D. Pedro Palacios Sáenz.
3420 D. Lino Alvarez Valdés.
3421 Doña Juana Blanes.
3422 D. Ramiro Lage.
3423 D. Ricardo Loring.
3424 D. Ricardo Rubio.
3425 D. Antonio Doria.
3426 D. Miguel Aranguren.
3427 D. José Larrañeta.
3428 D. Emilio González Llana.
3429 D. Manuel Moreno Marchante.
3430 D. Luis Sesé Echevarría.
3431 D. Alejo Sesé Echevarría.
3432 D. Rodrigo Gil.
3433 D. Antonio Muncunill.
3434 D. Tomás Epalza.
3435 D. José Elorrieta.
3436 D. José Pérez Guillén.
3437 D. Juan María Torroja
3438 D. Eduardo Torroja.
3439 D. Juan Francisco Moreno Agustín.
3440 D. Enrique Lacasa Moreno.
3441 D. Francisco Lacasa.
3442 D. Alejandro Lacasa.
3443 Doña Paulina Dorodia de Serrano.
3444 Doña Marcelina García Cortés.
3445 D. Fernando Castro.
3446 D. José Rexach.
3447 D. Luis Elorriaga.
3448 Sr. Director de los Ensayos de Semillas.
3449 Doña Luisa Oteyza de Loma.
3450 D. Ramón Navarrete.
3451 D. Eugenio Grasset Echevarría.
3452 D. Luis Manzano Mancebo.
3453 Doña Catalina Urquijo de Oriol.
3454 D. Luis de Santiago y Aguirrebengoa.
3455 D. José Ceballos Avilés.
3456 D. José Mirele.
3457 D. Francisco Morote.
3458 D. Luis Serra y Barinaga.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

3459 D. Enrique Alén Flórez.
3460 D. José Gener.
3461 D. Manuel Thomas Romero.
3462 D. Víctor Cortázar.
3463 D. Francisco Roy.
3464 D. Luis Tortosa.
3465 D. Joaquín Montesoro.
3466 D. Adolfo de Jolasa y Ferrer
3467 D. Francisco Ripoll.
3468 D. Alejandro Moreno de Guerra.
3469 D. Lorenzo Marela de la Cerda.
3470 D. Rafael Stuyck.
3471 D. Juan González Auleo.
3472 D. Ramón Acha Caamaño.
3473 D. Germán Sanz Pelayo.
3474 D. Rafael Gutiérrez Pérez.
3475 D. Federico Revenga Checa.
3476 D. Antonio Hériz Angulo.
3477 D. Manuel Melgar.
3478 D. Antonio Entero Herranz.
3479 D. Juan Izquierdo Crouselles.
3480 Doña Matilde Quintanilla.
3481 D. Augusto de Gálvez Cañero.
3482 D. Miguel Cirac.
3483 D. Augusto de Rull.
3484 D. Jesús Angel Figuera.
3485 Doña Aurelia Aymerich.
3486 D. Bernardo de la Rionda.
3487 D. Francisco Alonso León.
3488 D. David Guisasola.
3489 D. José A. de la Riera.
3490 D. Mariano Ucelay.
3491 Doña Natividad Repullés de Ucelay.
3492 D. Juan Hereza.
3493 D. José María Ibarra.
3494 D. Narciso Martínez Gutiérrez.
3495 D. Vicente Antolín Martínez.
3496 D. Francisco Larrañeta.
3497 D. Constantino Rodríguez Martínez.
3498 Doña Enriqueta Gómez.
3499 D. Arturo Ruiz Falcó.
3500 D. Cayetano Valera.
3501 D. Daniel Piqueras Aguilar.
3502 Doña María Toribio Muñoz.
3503 D. Vicente Ceniceros Pastor.
3504 Doña Natalia Alvarez de Mesa.
3505 Doña Remedios Ortún.
3506 Doña Juana Lacasa.
3507 Doña Aurora Orueta.
3508 Doña Filomena Bertoméu de Petinto.
3509 D. Pegerto Martínez.
3510 D. Camilo Maruchelli.
3511 Doña Marina Iraola.
3512 Doña Elena Iraola.
3513 Doña Angeles Iraola.
3514 D. Antonio Alarcó Aznar.
3515 D. Rafael Dicenta Vera.
3516 D. Luis Dicenta Vera.
3517 D. Gabriel Maycas.
3518 D. José García Basarán.
3519 D. Vicente Cutanda.
3520 Doña Manuela Gallástegui.
3521 Doña Faustina Guibert.
3522 Doña Carmen García Villar.
3523 Señora de Escrivá de Romaní.
3524 Señorita Angeles Escrivá.
3525 Señorita Pilar Escrivá.
3526 Doña Germana Compte de Sarriá.
3527 D. Mariano Luiña.
3528 D. Ricardo Lacasa.
3529 Doña Asunción Arévalo.
3530 Doña Mercedes Arévalo.
3531 D. Félix Algar.
3532 D. Manuel Boada.
3533 D. Francisco Ordeig.
5534 Doña Mercedes Paz.
3535 D. Mariano Miaja.
3536 D. Rafael Fages.
3537 D. José Friberg.
3538 D. Antonio Panadero.
3539 D. Francisco Panadero.
3540 D. José Borus y Borus.
3541 D. Gerardo Avila.
3542 D. Martín Avila.
3543 D. José de Irazazábal.
3544 D. Eduardo Rodríguez.
3545 D. Luis Olalla.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

3546 D. Nicasio Bernard.
3547 D. Carlos de la Fuente.
3548 D. Luis García.
3549 Doña María G. Fell de Abbad.
3550 Doña Genoveva Abbad.
3551 D. Enrique García.
3552 D. Julián Antón Matas.
3553 D. Manuel Martín.
3554 D. Antonio Parcetti.
3555 D. José de Elola.
3556 D. Anastasio Ramírez Rubio.
3557 D. Angel Riesgo Ordóñez.
3558 Doña Milagros Bahía de Santa Cruz.
3559 Doña Angela Santa Cruz.
3560 Doña Milagros Santa Cruz.
3561 Doña Teresa Santa Cruz.
3562 Doña Gloria Gómez de Rico.
3563 Doña María Asunzulo de Sors.
3564 Doña Ana Montojo de P. Muñoz.
3565 D. Ildefonso S. del Río.
3566 D. Ignacio de Santos.
3567 D. José Entrecanales.
3568 D. Antonio Dascué Echeverría.
3569 D. José Luis Puente.
3570 D. Mariano Calzado.
3571 D. Antonio Sánchez.
3572 D. Manuel Delgado Bravo.
3573 Doña Esperanza Herrero de Landero.
3574 Doña Antonia Morera de Gordón.
3575 D. Luis Esparza.
3576 D. Manuel Montesinos.
3577 D. Gonzalo Sando.
3578 D. Juan Hernández Sarabia.
3579 D. Augusto González Besada.
3580 D. Joaquín Izquierdo.
3581 D. Fernando Roldán.
3582 D. Atilano Negrete.
3583 D. Jesús Aguirre.
3584 D. José Banús.
3585 D. Manuel Torrado.
3586 D. Eduardo Sancho Mata.
3587 D. Carlos Taboada Sangro.
3588 D. César A. Corbal.
3589 D. Joaquín Portal.
3590 D. Juan Luis de Goudra.
3591 D. Severiano Vega de Seoane.
3592 D. Roberto de Guezala.
3593 D. José Olivares.
3594 D. José Fornieles Ulivarri.
3595 D. Jenaro Brun Arqué.
3596 D. Carlos Anué.
3597 D. Ruperto Sanz.
3598 D. Juan Fernández Zapatería.
3599 D. Jesús María Iraola Palomeque.
3600 D. José Hériz.
3601 D. Enrique García Frías.
3602 D. Manuel de Granda.
3603 D. Isidro de Frutos.
3604 D. José Lozano León.
3605 D. Miguel Pérez Alvarez.
3606 D. Vicente Redón.
3607 D. Cayo Redón.
3608 D. Miguel Cabrera.
3609 D. Jesualdo Martínez.
3610 D. Rafael Gordón.
3611 D. Joaquín Gil Boluda
3612 D. José Sobrini.
3613 Doña Josefa García.
3614 D. Gonzalo Crehuet.
3615 D. Francisco Muñoz.
3616 D. Rafael Salvador.
3617 D. Manuel Cardenal.
3618 D. Manuel Ortiz.
3619 D. Abel Díez de Ercilla.
3620 D. Juan Galvis.
3621 D. Carlos Díaz Varela.
3622 D. Carlos Cifuentes.
3623 D. Enrique Borrego.
3624 D. Víctor Martí.
3625 D Pedro Salinas.
3626 D. Manuel Calvache.
3627 D. Luis Díaz Caneja.
3628 Doña Nieves Martínez de la Vega.
3629 D. Cristino Cervera Reyes.
3630 D. Francisco Jimeno Galindo.
3631 D. Rafael Blanes.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

3632 D. Pablo Pérez Seoane.
3633 D. Juan García San Miguel.
3634 D. Victoriano García.
3635 D. José Cañeta Navas.
3636 D. Carlos Ordóñez.
3637 D. Gregorio Fernández Rábano.
3638 D. José María Fernández Yáñez.
3639 D. Manuel Torán de la Rad.
3640 D. José Gil Cacho.
3641 D. Manuel Antón.
3642 Doña Enriqueta Cámara.
3643 D. Andrés Reberters.
3644 Sr. Marqués de Velasco.
3645 D. Julián Pascual.
3646 D. Luis García de los Salmones.
3647 Doña Irene de la Pedreja.
3648 Doña Josefina García de los Salmones.
3649 D. Prudencio García de los Salmones.
3650 Doña Dolores García de los Salmones.
3651 Doña Julia Cabrero.
3653 Doña Dolores Aguinaga Keller.
3654 Doña Carolina Aguinaga.
3655 Doña Mariana Sevilla Peñalva
3656 D. Abel Díez de Ercilla.
3657 Doña María Moreno Mackay.
3658 Doña María Mackay Moreno.
3659 D. Luis Santos.
3660 D. Félix Alonso Misol.
3661 D. Francisco Ochoa.
3662 D. Vicente Ochoa.
3663 D. Enrique O'Kelly.
3664 D. Antonio Benítez Poveda.
3665 D. Ernesto Carratalá.
3666 D. Lorenzo Insausti.
3667 D. Lorenzo Moreno.
3668 D. Augusto Moya.
3669 D. Juan Montero.
3670 D. Francisco Escobar.
3671 D. José Ramos.
3672 D. José Cañellas.
3673 D. Antonio Grancha.
3674 D. Francisco Canelles.
3675 D. Manuel Llorente.
3676 D. Harry Etcchells.
3677 D. César Ganarca.
3678 D. Guillermo Garnica.
3679 D. José María García Viana.
3680 D. Ricardo Madariaga.
3681 D. José Alonso Viguera.
3682 D. José Andrés Oteyza.
3683 D. Juan Navarrete Torres.
3684 D. Andrés Arrillaga.
3685 Doña María del Carmen Lázaro Urra.
3686 Doña Natalia Lázaro Urra.
3687 D. José Leal del Pino.
3688 D. Vicente Establier.
3689 D. Modesto Zubiarrieta.
3690 Doña María Segura de Rubio.
3691 Doña Francisca de las Heras.
3692 D. Miguel Jiménez.
3693 D. César Vila.
3694 D. Ricardo García.
3695 D. Carlos Navarro Estrada.
3696 Doña Angela Huidobro.
3697 D. Santos María de la Puente.
3698 Doña María Estrala Santos.
3699 D. Salvador Ruiz.
3700 Doña Margarita Rodríguez.
3701 Doña Carolina Burgaleta.
3702 Doña Vicenta P. de Laborda.
3703 Doña María Rosa Burgaleta.
3704 D. Francisco Isasa.
3705 D. Joaquín Guinea.
3706 Doña María Aloe.
3707 D. José Herbella.
3708 D. Rafael Apolinario.
3709 D. Fernando Fariña.
3710 D. Mariano Cortés Alonso.
3711 D. José María Samaniego.
3712 D. Alfredo Correa Oliver.
3713 D. Lorenzo del Villar Dorado.
3714 D. Luis Caballero de Roda.
3715 D. Eduardo Oria.
3716 D. Pedro Arayones.
3717 D. Nicasio de Aspe.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

3718 D. Antonio Oliver.
3719 D. Esteban Martínez Hervás.
3720 D. Fernando Martín Sánchez.
3721 D. José Méndez.
3722 D. Enrique Meseguer.
3723 D. Félix Ortiz.
3724 Doña Josefina Castillo.
3725 Doña Carmen de Serrano.
3726 Doña María Jesús Ruiz.
3727 D. Luis de la Torre.
3728 D. Diego de Rueda.
3729 D. Augusto Pedrero.
3730 D. Lorenzo de la Cruz.
3731 D. Manuel Maese.
3732 D. Carlos Muñoz.
3733 D. Ramón Olalquiaga.
3734 D. Benjamín Gómez Sánchez.
3735 D. Antonio Terán.
3736 D. Francisco Terán.
3737 Doña Cayetana Cuesta.
3738 Doña Araceli R. de Tejada.
3739 Doña Asunción R. de Tejada.
3740 D. Amalio Hidalgo.
3741 D. Demetrio Delgado.
3742 D. Manuel Montoya Sanz.
3743 Doña Luisa de Aldecoa.
3744 Doña Carmen de Aldecoa.
3745 D. Angel Sanz.
3746 D. Leandro Navarro.
3747 D. Francisco Marín.
3748 D. Secundino Herrero.
3749 D. José Candeira.
3750 D. Ricardo Palá.
3751 D. Vicente Bueso.
3752 D. Angel L. Pérez.
3753 D. Juan Usabiaga.
3754 D. Vicente Kindelán.
3755 Doña Dolores de la Torre Kindelán.
3756 D. Rodrigo Varo.
3757 D. Leoncio Rodríguez de Arce.
3758 D. Florencio Alvarez Sánchez.
3759 D. José Anguis Díaz.
3760 Doña Trinidad Acosta de Anguis.
3762 Doña Dolores H. de Torralba de Anguis.
3763 D. Félix Quejada Asenjo.
3764 D. Miguel Guerra.
3765 D. Juan Amigó.
3766 Doña Carmen Miró de Amigó.
3767 D. Marcelino Soria.
3769 Señora de D. Ernesto van Eckkoyg.
3770 Señora de Bourbón.
3771 D. Félix de los Ríos.
3772 Doña Soledad Ercilla de D. Marcilla.
3773 Doña Adelaida Banqueri de Díez.
3774 D. José María Brillas.
3775 D. Baldomero Buendía.
3776 Doña María López Escoriaza.
3777 Doña Beatriz Varela.
3778 D. Fernando Baró.
3779 D. Antonio Valcárcel.
3780 D. Manuel Valcárcel.
3781 D. Juan Vigón.
3782 D. Antonio Peláez.
3783 D. Vicente Vallino.
3784 D. Antonio Mariño.
3785 D. Nicolás Ibáñez.
3786 D. Eduardo Herrero.
3787 D. Carmelo Santena.
3789 D. Eusebio Jiménez Díaz.
3790 D. Arturo Pombo.
3791 D. Gonzalo G. de los Ríos.
3792 D. Amós Salvador.
3793 Doña Filomena G. Andrés.
3794 Doña María Rivera.
3795 D. Mauricio Jalvo.
3796 Doña Natividad Casala de Padrós.
3797 D. Antonio Soriano.
3798 D. Luis García Hurtado.
3799 Doña Amalia Puig de la Bellacasa de Peironcely.
3800 Señorita Mercedes Peironcely.
3801 D. Javier Tapia Cervantes.
3802 D. Eduardo Ibarra Rodríguez.
3803 D. Alejandro San Román.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

3804 Doña Carmen Abad Lloréns.
3805 D. Alberto Vela.
3806 D. Antonio Salazar.
3807 Sra. de Benito.
3808 Sra. de Daverio.
3809 Sra. de Guillamont.
3810 Srta. de Gutiérrez Segura.
3811 D. Jesús Navarro de Palencia.
3812 Doña María Benlloch.
3813 Doña Pilar Gamboa de Rubio.
3814 Doña Josefina Bernar de Cincúnegui.
3815 Doña Adela López Acevedo.
3816 Doña Carmen Aurusa Dolador.
3817 D. Francisco Pedrosa.
3818 D. Vicente María Prosper.
3819 D. José Jareño.
3820 D. Antonio López Oñate.
3821 Sra. de López Oñate.
3822 Srta. de López Oñate.
3823 D. Ramón Barreiro Zabala.
3824 D. Virgilio Cabanellas.
3825 Sra. de Cabanellas.
3826 D. Ricardo Abella.
3827 D. Enrique Aznar.
3828 Doña Amparo Salazar.
3829 Doña Carmen Salazar.
3830 D. Gregorio Bretones.
3831 D. Andrés Bengoa.
3832 Doña Manuela Escauriaza.
3833 Sra. de Jimeno Lasala.
3834 Srta. Luisa Jimeno Lasala.
3835 Sra. de Oliveros.
3836 D. Luis Oliveros.
3837 D. Tomás García Diego.
3838 D. Jorge Espinosa de los Monteros.
3839 Doña Isabel Jordana.
3840 D. Manuel Arbuines.
3841 Doña Consuelo Español de López Vázquez.
3842 D. Pedro Mora.
3843 D. Eduardo Alvarez.
3844 D. Francisco Pelayo Navarro.
3845 D. Manuel Benlloch.
3846 D. Juan Fernández Nespral.
3847 D. Ricardo Blázquez.
3848 D. Manuel Valdés.
3849 D. Gillermo Quitanilla.
3850 D. Félix Lavilla.
3851 D. Nicasio Navascués.
3852 D. Antonio de las Cuevas.
3853 D. Luciano Abrisqueta.
3854 D. Leopoldo Elizalde.
3855 D. Manuel E. de Goyarola.
3856 D. Luis Parrella.
3857 D. Antonio Esteban de Jaura.
3858 D. Julio Núñez.
3859 D. José María Chalbaud.
3860 D. José Varela.
3861 D. Ricardo Donoso Cortés.
3862 Srta. Angustias de Orbe.
3863 Srta. Concepción de Orbe.
3864 D. Eugenio Moreno.
3865 Sra. Nelly van den Bosch.
3866 D. Jesús Huerta.
3867 D. Ramiro Canivel.
3868 Sr. Marqués de la Frontera.
3869 Sra. de Casariego.
3870 D. Lorenzo Ferrer.
3871 Srta. Narcisa Pano.
3872 Doña María Josefa Espluga.
3873 D. Antonio Bartolomé y Mas.
3874 D. Juan Urrutia Zulueta.
3875 D. Fermín Garrido Quintana.
3876 D. Joaquín Planell Riera.
3877 D. Juan Rodríguez Gámez.
3878 D. Manuel Rodríguez Iglesias.
3879 Doña María del Pilar Sagües.
3880 D. Jesús María Sagües.
3881 Doña María Medina.
3882 D. Norberto Olózaga.
3883 D. Luis Quílez Sanz.
3884 D. Manuel Serrano.
3885 D. Rafael Benjumea.
3886 D. Mario Pintos.
3887 Sr. Marqués de la Vega de Ansó.
3888 Doña María Cruz Pastor.
3889 D. Francisco Pérez de los Cobos.
3890 D. Juan M. Ruiz.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

3891 D. Enrique González Pons.
3892 D. Jacinto de Bordones.
3893 D. Eduardo Zato.
3894 Doña Elisa Gómez de Albarés.
3895 D. León Barandearán.
3896 D. Joaquín González Díaz.
3897 D. Pedro Matos.
3898 D. Luis Seña Echaluce.
3899 D. Salvador López Ballesteros.
3900 D. Florentino González.
3901 D. Manuel Picazo.
3902 D. Pedro Lahera.
3903 D. Pedro Pérez Ayala.
3904 D. Antonio Vega.
3905 D. Federico de Lamadrid.
3906 D. Eloy Campuña.
3907 Doña María Múller de Navas.
3908 D. Manuel Peñalver Oliva.
3909 D. Benito Ayllón
3910 D. Andrés Sequia Lopetegui.
3911 D. Alfredo M. Mediavilla.
3912 D. Rafael Alvarez Sereix.
3913 Doña Elisa Salguero.
3914 D. Rafael Souviron.
3915 D. Juan A. Puig.
3916 D. Eusebio Redondo
3917 D. José Rodríguez Navarro.
3918 D. José María de Trillo.
3919 D. José María Cubillo y de León.
3920 D. Matías Marcos.
3921 D. Jesús Sánchez Ocaña.
3922 D. Guzmán de la Vega.
3923 D. Aurelio Garrón Carmona
3924 Doña Marciala de la Torre.
3925 D. Joaquín Eguíluz Uriarte.
3926 D. Carlos Resines.
3927 D. Rafael Enríquez.
3928 Sra. Viuda de Gomendio.
3929 Srta. Julia Urrutia.
3930 D. Juan M. Izquierdo.
3931 D. Blas Rivero.
3932 Sra. Viuda de Cuesta.
3933 Srta. Concepción Cuesta.
3934 D. José Martínez de Velasco.
3935 D. Enrique Martínez de Velasco.
3936 D. Andrés Gil Municio.
3937 D. Miguel Cisneros Cáceres.
3938 D. Eduardo Marchesi.
3939 D. Fernando Bernáldez.
3940 Doña María Echevarría.
3941 Doña Teresa Echevarría.
3942 Doña Vicenta Barrio.
3943 D. Ernesto Durán.
3944 Doña María Luchsmger.
3945 Doña María Caballero.
3946 Doña Carmela Mompó.
3947 Doña Pilar Moreno de Pradillo.
3948 Doña Amelia Asensi.
3949 D. Enrique de Satrústegui.
3950 D. Miguel Pascual.
3951 D. Santiago García Vinuesa.
3952 Doña Adela Valenzuela.
3953 D. Félix Valenzuela.
3954 Doña Ramona Galván de Torá.
3955 D. Pascual Arellano.
3956 D. Santos Arias de Miranda.
3957 D. Emiliano Arribas.
3958 D. José Deleyto.
3959 Doña Francisca Valls.
3960 Doña Natividad Grases.
3961 D. José González Muso.
3962 D. Luis González Muso.
3963 D. Vicente Vera.
3964 D. Graciano Pujol.
3965 D. Harry Wood.
3966 D. Félix Goiri.
3967 D. Fernando Escalera.
3968 D. Vicente Fernández.
3969 D. José L. Navarro.
3970 D. Manuel Aguilar.
3971 D. Juan José Verano.
3972 D. Juan Fonseca.
3973 D. Manuel Romero.
3974 D. Luis Lorca.
3975 D. Diego Díez.
3976 D. Manuel Prieto.
3977 D. José A. Cuesta.
3978 D. Enrique Hidalgo.
3979 D. Francisco Galnares.
3980 Doña Isabel Estrada Espinosa.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

3981 D. José López Herraz.
3982 Sra. Condesa de Peñaflorida.
3983 D. Antonio Coniges Tapias.
3984 D. Juan Cervantes Pardo.
3985 D. Francisco de Sales Aguiló.
3986 D. Roberto Barrón.
3987 D. Eduardo Martín Alonso.
3988 D. Luis Gómez de Alvear.
3989 Doña Juana Vila Cañellas.
3990 D. Ramón Otaño.
3992 D. Domingo Burdiel.
3993 D. José María Lorud.
3995 D. Vicente Rodríguez.
3996 D. Carlos Hernández Velasco.
3997 D. José Luca de Tena.
3998 D. Juan de la Fuente.
3999 D. Enrique Ortiz.
4000 D. Leoncio Bellido.
4002 D. Joaquín Aguilera.
4003 D. José Aguilera.
4004 Doña Francisca Martínez de Aguilera.
4005 D. Luis Romero.
4006 D. Blas Díaz.
4007 D. Juan Poveda.
4008 D. Saturnino Pérez.
4009 D. Francisco S. del Río.
4010 D. Juan Canáls.
4011 D. José Luis Martínez.
4012 D. Felipe Crespo de Lara.
4013 D. Ramón de la Cuesta y Cobo.
4014 D. Luis García Alonso.
4015 Doña Enriqueta Espada de García.
4016 D. José Pruna Hernández.
4017 D. Manuel Fernández.
4018 Sr. Marqués de Casa Treviño.
4019 D. José R. de Echevarrieta.
4020 Doña María Loreto Segovia.
4021 D. Joaquín Valenzuela.
4022 D. Miguel Jiménez.
4023 D. Antonio Martín.
4024 D. José Velasco Díaz.
4025 D. Miguel Soto de Prado.
4026 D. José G. Alvarez.
4027 D. Tomás de Palacio.
4028 D. Francisco Ezcurra.
4029 D. Enrique Poblet.
4030 Srta. Carmen Blanco.
4031 D. Luis Ortiz de Viñaspre.
4032 D. Ignacio Díaz de Rábago.
4033 D. José Crespo.
4034 Doña Teresa Fontecha de Nieto.
4035 D. Juan L. Manrique.
4036 D. Emilio Velo.
4037 D. Julio Palacios.
4038 Sr. Marqués de Casa Blanca.
4040 D. Joaquín Frade.
4041 Doña María Teresa Oliveros de Frade.
4042 Srta. Angelita Gómez Clemente.
4043 D. José María de Alvear.
4044 D. Manuel Ayuso.
4045 Doña Rosa Ayuso.
4046 D. Manuel Canales.
4047 D. Eusebio Aguado.
4048 D. Francisco Guzmán.
4049 Doña María de la Concepción Beneyto.
4050 Sra. de Cánovas del Castillo.
4051 Sra. de Nastín.
4052 Sra. de Perejón.
4053 D. Pablo Cardellach.
4054 D. Rafael Merry del Val.
4055 D. Jaime Lloréns.
4056 D. Juan Delclós Flórez.
4057 D. Enrique Lequerica.
4058 Doña Manuela Membrillera.
4059 D. J. Vives Pons.
4060 D. Narciso Martínez.
4061 D. Ramón Nafría.
4062 D. José María Zorita.
4063 D. Críspulo Cantos.
4064 Sra. de Castro.
4065 D. Francisco de la Mora.
4068 D. Francisco Guinea.
4069 D. Felipe de Ros.
4070 D. José Delgado de San Martín.
4071 Centro Internacional de Enseñanza.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

4072 D. Juan J. Lapróvida.
4073 D. Pedro Arce.
4074 D. Antonio Guijarro.
4075 D. Félix Ferrer.
4076 D. Carlos Onoya.
4077 D. José Langarica.
4078 D. Ramón Olleros.
4079 D. Juan Avilé.
4080 D. José Fernández Vergara.
4081 D. Juan de la Cierva Codorniú.
4082 D. Luis Chalbaud.
4084 D. Medardo Ureña.
4085 D. Mariano Sánchez Busto.
4086 D. José López de Castro.
4087 D. José Borrás.
4088 D. Domingo Gaite.
4089 D. Andrés Masanet.
4090 D. Antonio Pérez Lorente.
4091 D. José María Otamendi.
4092 D. Francisco Altiniera Mezquita.
4093 D. Carlos Pizarro.
4094 D. Alfredo Noriega.
4095 D. Juan Eguilior.
4096 D. Andrés Alzadum.
4097 D. Eloy Ruiz Parejo.
4098 D. Santiago Noreña.
4099 D. Francisco Jiménez.
4100 D. Enrique Martínez.
4101 D. Juan Antonio Delgado.
4102 D. José María Castrillo.
4103 D. Enrique Goded.
4104 D. José Estévez.
4105 D. Jerónimo Roure Solache.
4106 D. Juan Rovira.
4107 D Ignacio Claver.
4108 D. José Carazo.
4109 D. José Maluquer Salvador.
4110 D. Arturo Forcat Rivera.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

SESIÓN PREPARATORIA

Celébrase el día 16 de noviembre de 1919, a las once de la mañana, en el Palacio de Bibliotecas y Museos.

Forman la Mesa presidencial los Sres. Terán, Laviña y Pérez-Urruti.

El Sr. TERAN da la bienvenida a los señores Congresistas, y expone, en breve discurso, el objeto de la sesión, que es el nombramiento de los Ingenieros que han de formar parte de las Mesas de las doce Secciones del Congreso.

El Secretario general, Sr. PÉREZ-URRUTI, da lectura a los correspondientes artículos del Reglamento.

Procédese después a designar los Presidentes, Vicepresidentes y Secretarios técnicos, quedando constituídas las Mesas de las Secciones en la forma siguiente:

SECCIÓN 1.ª

OBRAS PÚBLICAS E INDUSTRIAS DE TRANSPORTES

Presidente, Ilmo. Sr. D. Alfredo Mendizábal.
Vicepresidente, D. Antonio Herbella y Zobel.
Secretario, D. Sebastián Gómez de Velasco.

SECCIÓN 2.ª

MATERIAL DE TRANSPORTES Y CONSTRUCCIÓN NAVAL

Presidente, Ilmo. Sr. D. Gonzalo Rubio.
Vicepresidentes, Excmo. Sr. D. Juan M. de Zafra y D. Juan Usabiaga.
Secretario, D. Mariano Bastos.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

SECCIÓN 3.ª

MECÁNICA, MOTORES Y MÁQUINAS-HERRAMIENTAS

Presidente, Ilmo. Sr. D. José Morillo.
Vicepresidente, D. Emilio González Llana.
Secretario, D. Manuel Lucini.

SECCIÓN 4.ª

MINAS Y METALURGIA

Presidente, Ilmo. Sr. D. Fernando B. Villasante.
Vicepresidente, D. Domingo de Orueta.
Secretario, D. Rodrigo de Rodrigo.

SECCIÓN 5.ª

FÍSICA Y QUÍMICA INDUSTRIALES

Presidente, Ilmo. Sr. D. Juan Flórez y Posada.
Vicepresidente, D. Bienvenido Oliver.
Secretario, D. Vicente Burgaleta.

SECCIÓN 6.ª

ELECTROTECNIA

Presidente, Excmo. Sr. D. José María de Madariaga.
Vicepresidentes, D. Antonio González Echarte y D. José Antonio de Artigas.
Secretario, D. Wenceslao Castillo.

SECCIÓN 7.ª

INDUSTRIA AGRÍCOLA Y SUS DERIVADAS

Presidente, Excmo. Sr. D. Julio Otero.
Vicepresidentes, Excmos. Sres. D. Guillermo Quintanilla y don Enrique Alcaraz.
Secretario, D. José de Escoriaza.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

SECCIÓN 8.ª

INDUSTRIA FORESTAL Y SUS DERIVADAS

Presidente, Excmo. Sr. D. Francisco de P. Arrillaga.

Vicepresidentes, Excmos. Sres. D. Ricardo Acebal y D. Luis Heraso.

Secretario, D. Francisco Isasa.

SECCIÓN 9.ª

APLICACIONES DE LA INDUSTRIA NACIONAL A LAS ARTES DE LA GUERRA

Presidente, Excmo. Sr. Ministro de la Guerra.

Vicepresidentes, Excmos. Sres. D. Carlos Banús y D. José Lossada, Conde de Casa Canterac.

Secretarios, D. Bruno Morcillo y D. César Serrano.

SECCIÓN 10.ª

ENSEÑANZA TÉCNICA ELEMENTAL Y SUPERIOR

Presidente, Excmo. Sr. D. Luis Gaztelu, Marqués de Echandía.

Vicepresidentes, D. Mariano Fernández Cortés y D. Vicente Machimbarrena.

Secretario, D. Domingo Mendizábal.

SECCIÓN 11.ª

ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO, HIGIENE Y PREVISIÓN SOCIALES

Presidente, Excmo. Sr. D. Rafael Coderch.

Vicepresidentes, Excmo. Sr. D. Federico Laviña e ilustrísimo Sr. D. José Rodríguez Spiteri.

Secretario, D. Manuel María de Arrillaga.

SECCIÓN 12.ª

ECONOMÍA Y LEGISLACIÓN INDUSTRIAL

Presidente, Ilmo. Sr. D. Gervasio de Artíñano.

Vicepresidentes, Ilmos. Sres. D. Andrés Avelino de Armenteras y D. Manuel Maluquer.

Secretario, D. Felipe de Cos y Panedas.

Después de lo cual, se levanta la sesión preparatoria.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

JUNTA DIRECTIVA DEL CONGRESO

Excmo. Sr. D. Francisco Terán, Presidente.
" " " Federico Laviña.
" " " Emilio Ortuño.
" " Marqués de Alonso Martínez.
" " D. Segundo Cuesta.
Ilmo. Sr. D. Fernando B. Villasante.
" " " Manuel Casanova.
" " " Alfredo Mendizábal.
" " " Gonzalo Rubio.
" " " José Morillo.
" " " Juan Flórez Posada.
Excmo. Sr. D. José María de Madariaga.
" " " Julio Otero.
" " " Francisco de P. Arrillaga.
" " Ministro de la Guerra.
" " Marqués de Echandía.
Ilmo. Sr. D. Rafael Coderch.
" " " Gervasio de Artíñano.
" " " Enrique Hauser.
" " " Andrés A. de Armenteras.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Excmo. Sr. D. José Vicente de Arche.

Sr. D. Julián Iturralde.

" " Juan Fatjó.

" " Pedro Pablo Alarcón.

" " Felipe de Cos.

" " Sebastián Gómez de Velasco.

" " Mariano Bastos.

" " Manuel Lucini.

" " Rodrigo de Rodrigo.

" " Vicente Burgaleta.

" " Wenceslao Castillo.

" " José María de Escoriaza.

" " Francisco Isasa.

" " Bruno Morcillo.

" " César Serrano.

" " Domingo Mendizábal.

" " Manuel María Arrillaga.

" " Juan Antonio Pérez-Urruti, Secretario general.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

SESIÓN DE APERTURA

DEL

PRIMER CONGRESO NACIONAL DE INGENIERÍA

CELEBRADA EN EL TEATRO REAL DE MADRID

EL DÍA 16 DE NOVIEMBRE DE 1919

Comienza el acto a las cinco de la tarde.

Lo preside S. M. el Rey Don Alfonso XIII y asiste la Real Familia.

A la derecha de Su Majestad toman asiento los Excmos. Sres. Ministros de Fomento, Guerra, Marina y Abastecimientos (Sres. Calderón, Tovar, Flórez y Conde de San Luis), y el Ilmo. Sr. Director general de Seguridad (Sr. Torres Almunia). A la izquierda del Monarca se sientan el Presidente del Congreso, Sr. Terán; el Vicepresidente, Sr. Laviña, y los Sres. Marqués de Alonso Martínez, Cuesta, Villasante y Casanova, como Presidentes de las Asociaciones de Ingenieros Agrónomos, de Montes, Minas e Industriales, respectivamente.

En el escenario toman también asiento los altos funcionarios palatinos que acompañan a Su Majestad, los señores que constituyen el Comité de honor, los del Comité organizador del Congreso, los de la Junta de la Exposición y los Sres. Presidentes y Secretarios de las Secciones del Congreso.

S. M. el Rey declara abierta la sesión, y concede la palabra al señor Secretario general, D. Juan Antonio Pérez-Urruti y Villalobos, que da lectura, con la venia del Monarca, a la siguiente Memoria, relativa a la organización del Congreso:

"SEÑOR:

Asigna la costumbre al Secretario, en Asambleas análogas a la presente, la misión de relatar el proceso que a su celebración ha conducido. Y voy a cumplir este deber, procurando no olvidar justificadas impaciencias ni perder de vista lo modesto de mi situación.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Comenzaba el año de 1918. La guerra mundial, ya de tres años y medio, había ido encalleciendo la conciencia civilizada hasta habituarla a contemplar casi con indiferencia el más grande infortunio de la Historia. Llegaron algunos a temer que fuera a convertirse en mal crónico, en azote indefinido que a la Humanidad castigaba. La generalidad pensaba, sin embargo, que el dolor y los recursos tendrían límite inmediato, y en cada nuevo aspecto de la actividad militar o política creían entrever ilusionados el alegre alborear del ansiado día de la paz. Ya entonces surgían síntomas fugaces precursores del posible término de la contienda. El mundo entraría, muy pronto quizás, en otra fase que no fuera en realidad sino una nueva y más implacable forma de combate, una transformación del estado de guerra, un simple cambio de armas. Y los peligros que la paz próxima anunciaba eran de mayor extensión y más duraderos que los de la guerra, pues en ella la neutralidad no sería posible, y el mundo entero se vería arrastrado a la pacífica lucha, sin excepción alguna de grupos nacionales, que todos habrían de jugarse en ella su existencia misma como personalidades históricas independientes.

El mero tránsito de una economía de guerra a una economía de paz representaba ya una grave crisis hasta llegar a una situación en que todo el anterior régimen económico y social se hubiera transformado hondamente como consecuencia de la guerra. Porque ésta ha trazado una raya en la historia del mundo, y tan marcada, que volver la cara atrás dificultará, en ocasiones, el rítmico caminar hacia adelante.

Se aproximaban entonces los países neutrales, como España, a una zona peligrosa, de transcendencia incalculable, quizás decisiva.

Sonaban, por otra parte, en nuestros oídos, con recio aldabonazo, los esfuerzos que realizaban frente a esta derivación pacífica del combate aun las naciones beligerantes que a la sazón agotaban sus energías en una lucha a muerte. Sin cesar venían noticias de esta preparación que, dirigida por ágiles y competentes organizaciones, procuraba prevenir las posibles contingencias económicas y sociales. En Francia, por ejemplo, se reunía el primer Congreso general del *Genie Civil,* celebrado en París en la Primavera del pasado año, arrogante empresa digna de los mayores elogios por las circunstancias en que se convocaba. E igual aconteció en Asambleas de industriales, economistas, ingenieros, celebradas por aquella época en Inglaterra, Alemania y América.

Y acontecía respecto a las naciones beligerantes, que habiendo sido la guerra para ellas un despliegue forzado e intensísimo de todas las energías morales y materiales, se mostrarían ante la paz, no sólo con potencialidad exacerbada, sino diestras y fuertes; así, junto a la pro-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

ducción abundante y variada, presentaban una fuerza espiritual colectiva, un hábito de sacrificio, tal suma de virtudes morales, que multiplicando la eficacia del esfuerzo material lo pondrían en condiciones de temible competencia.

Con esta perspectiva, y ante la preocupación siempre inquietante del caso de España, de nuestro caso, nos parecía observar con pena cierta desorientación en las fuerzas directoras de todo orden, que contrastaba con las ansias latentes en la masa general del país de aprovechar oportunidades históricas que no habrían de repetirse. Veíamos a España como un enorme depósito, tosco e informe, de materias primas ávidamente solicitadas desde fuera; trasladadas a nuestro suelo concepciones económicas, tácticas y estratégicas encaminadas a la posesión de aquéllas y al disfrute de recursos naturales para nosotros infecundos, y que, mientras surtíamos al exterior en hombres y materiales y capitales españoles, descansaban inertes en nuestro suelo incalculables energías, tan prestas a surgir que algunas se agitaban ya en hervor de florescencia.

Esta inquietante situación que respecto a España nos sugería el interior y el exterior, se acentuaba al proyectarse en trágicas perspectivas a la luz de las enseñanzas que la gran guerra había vulgarizado.

Así, el principio de la nacionalización de industrias vitales—material de guerra, transportes, carbones, etcétera—elevado casi a la categoría de dogma y, como consecuencia, la necesidad de formar un cuadro exacto y armónico de todos los intereses nacionales que atienda al abastecimiento interior y aun procure que el excedente de producción, transformado al máximo, se lance a la conquista de mercados extranjeros; los casos e intensidad del intervencionismo del Estado en orden a la producción y a la organización de las actividades nacionales; los medios prácticos de lograr la implantación y desarrollo de una vida industrial intensa; las mil cuestiones que a la luz del nuevo orden de cosas se ofrecen a la técnica de la Ingeniería en sus varios aspectos; los problemas inherentes a esa gigantesca coordinación de esfuerzos que, llegado el caso, representan las naciones en armas; la eterna y debatida cuestión de la reforma de la enseñanza técnica, base indispensable para que nuestra vida económica pueda ajustarse al compás del progreso industrial moderno; las cuestiones del crédito, legislación, estadística, impuestos; las nuevas formas de organización científica del trabajo a que la competencia mundial obliga; los hondos problemas sociales, en los que tiene el Ingeniero conciliadora y noble misión, y las transformaciones posibles del régimen del capital y del trabajo y los problemas apremiantes y humanitarios que suponen la higiene y previsión sociales, y tantos y tantos otros fenómenos de carácter social,

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

económico, técnico, jurídico, ligados a la entraña misma de la industria...

Entonces creímos sinceramente los Ingenieros españoles que serviríamos a nuestro país iniciando el estudio, estudiando y haciendo estudiar estos graves problemas en busca de soluciones prácticas y factibles, llamando al menos la atención sobre los mismos, divulgando su transcendencia, estimulando a su meditación.

Y así surgió la idea de celebrar este primer Congreso Nacional de Ingeniería, y, no sólo de Ingenieros, que darían una visión parcial de aquellas cuestiones, sino de gentes de toda condición, que en el orden que consideramos, se sintieran dispuestas a aportar y percibir ideas útiles a la Patria.

La iniciativa corresponde íntegramente al insigne Ingeniero de Montes, a la sazón Presidente del Instituto de Ingenieros Civiles, Excmo. Sr. D. Federico Laviña, a quien cabe, además, el mérito, no sólo de haber dado forma al común sentir de la Ingeniería, sino de haber infundido al proyecto, con su entusiasmo fervoroso, un sello de patriótico afán y de sentido práctico que han sido las normas en que esta organización ha pretendido inspirarse. Que tal haya sido el resultado, no nos toca a nosotros juzgarlo, aunque fundadamente así lo esperemos.

Aquel ambiente tan lleno de preocupaciones e interrogantes era el más apropiado para que la iniciativa germinase. Por eso, inmediatamente de lanzada, la acogieron con simpatía los Ingenieros todos, militares y civiles, la Prensa profesional y política, y no sólo de España, que también la de otras naciones europeas y americanas la aplaudieron con calor y la siguieron con halagadora atención. Y cuando el proyecto hubo de concretarse en programa y Estatutos, S. M. el Rey, atento siempre a manifestaciones de esta índole, acogió el proyectado Congreso con marcada simpatía, ofreciéndole su real apoyo y el alto estímulo de su magnánima protección. De este modo, el augusto Presidente de honor del Instituto de Ingenieros Civiles honraba y esclarecía la iniciativa, alentándola con singulares muestras de generoso interés.

Gobernaba a España a la sazón el Ministerio llamado *Nacional*, y lo mismo el entonces Presidente del Consejo de Ministros, como el Ministro de Fomento, defensores entusiastas de la idea, le prestaron el amparo prestigioso de sus nombres ilustres y de los altos cargos que regentaban. El Sr. Cambó consignó en el proyecto de Presupuestos la cantidad que juzgábamos necesaria al éxito de esta Asamblea que a base de cuotas reducidas que facilitaran el acceso de todos los sectores sociales, estaba obligada a preparar también una modesta Exposición de dibujos y modelos aneja al Congreso. Y en el supuesto de que obten-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

dríamos en breve los elementos pecuniarios necesarios, se anunció su celebración para la Primavera del año actual.

Os hago gracia de las vicisitudes por que ha pasado la concesión de aquel crédito, ligado a la azarosa vida política de España en los últimos tiempos. Baste decir que la subvención no pudo entonces lograrse, y semejante falta, unida al atraso con que numerosos elementos autorizados llevaban la preparación de sus trabajos, indujeron al Comité a diferir para este Otoño aquella celebración que con tanto cariño venía organizando. Finalmente, la generosa iniciativa de las Cortes y el apoyo que el actual Gobierno le prestara, motivaron la concesión de un crédito, notoriamente reducido en relación con los gastos que esta clase de Asambleas reclaman para que puedan rendir los frutos que de ellas se esperan.

Con simultaneidad al Congreso, surge espontáneo, fatalmente pudiéramos decir, el propósito de reunir en una modesta Exposición los dibujos y modelos, los planos y las fotografías, toda clase de elementos gráficos y plásticos que como complemento a la labor teórica de las Secciones habrían de acompañar a los trabajos del Congreso. No se trata, pues, de una Exposición de industrias, idea tentadora que ni el tiempo ni los medios consentían realizar; pero tampoco quiere esto decir que el Instituto de Ingenieros Civiles prescinda de acometerla en más apropiadas condiciones si al interés nacional así conviniera.

Fué bien notorio, por otra parte, que en fiesta inolvidable, no lejana, ofrecieron los Ingenieros españoles a S. M. el Rey estudiar un plan de reconstitución nacional que procurara satisfacer las ansias de mejora por todos sentida; pero la empresa es de tal modo compleja y laboriosa, que no podíamos aspirar a darla cima en el breve plazo de duración del Congreso; habría además que solicitar el concurso de personas y entidades que, sin estar íntegramente representados en aquél, suponen valores positivos en la economía patria, y he ahí la causa de que el Comité organizador decidiera que la Sección 12.ª, "Economía y Legislación Industrial", donde problema tan transcendente ha de estudiarse, quede abierta, aun después de clausurado formalmente el Congreso, durante el tiempo necesario para que recoja todas aquellas opiniones y ultime su difícil y patriótico cometido.

Si algo hubiera de aceptable en esta organización habría, en verdad, que atribuirlo a la virtualidad de la idea que persigue y a la oportunidad con que fué lanzada, y también a las altas protecciones que ha recibido, a los autores de tanto trabajo meritísimo y a la Prensa de toda filiación. Se ha reservado el Comité tan sólo la obligada y tenaz faena de la propaganda para que la iniciativa fuera en

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

todas partes conocida. Al efecto, y como medio de estimular de un modo más directo, más certero, a técnicos e industriales, hablándoles de los temas que son objeto de su especial preocupación, acordó redactar sendas circulares para las doce Secciones en que el Congreso se divide. En ellas, al propio tiempo que solicitaba la colaboración de todos, exponía el Comité los problemas que, a su juicio, debieran ser objeto de estudio por parte del Congreso y las orientaciones y puntos de vista que más habrían de ceñirse a la finalidad perseguida. La acción de esta propaganda, de la que se han circulado más de 150.000 ejemplares, ha sido en extremo alentadora. La Prensa y el público en general la ha seguido con tan marcado interés, que ha llegado casi a constituir un fin de vulgarización técnica lo que tan sólo con vistas a la propaganda y excitación estaba dirigido.

Mas también es cierto que con ella se han logrado aportaciones valiosas de trabajos. Expresamente eludo hablar de ellos para no romper el encanto que los especialistas hallarán en las respectivas Secciones. Baste decir que en todas los hay numerosos, meritísimos y que enfocan las cuestiones desde los más variados puntos de vista. Lo que realiza precisamente el deseo del Comité organizador, que espera hallar en la diversidad de opiniones sinceras, en la cálida lucha de ideales, la resultante de verdadera eficacia práctica. A todos nuestra gratitud por el gran servicio que al bien público han prestado generosamente.

Y como miembro del Instituto de Ingenieros Civiles, no puedo dejar de consignar aquí, con especial testimonio de reconocimiento, la cooperación entusiasta que en todo momento han estado dispuestos a ofrecernos los Ingenieros militares y artilleros, lo mismo de tierra que de mar, a cuya colaboración correspondemos con sentimientos de leal compañerismo.

Los Sres. Presidente del Consejo de Ministros, Ministros de Fomento, Instrucción pública, Hacienda, Guerra y Marina; el venerable Rodríguez Marín, Director de la Biblioteca Nacional, donde el Congreso se constituirá en Secciones; el genial Benlliure; el ilustre Alcalde de Madrid y, por otra parte, el Ateneo y la Asociación de Ferroviarios, son personalidades y organismos que han cooperado de modo tan activo a la celebración de este Congreso, que todas las frases de gratitud serían insuficientes para expresarles nuestros sentimientos.

Y con lo dicho, termino. Mañana empezará el trabajo metódico de las Secciones, y pronto se extenderá el convencimiento de lo que el Comité ha podido comprobar con singular satisfacción, que es a saber: cómo avanza afanosamente en España, presintiendo inmedia-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

los perfeccionamientos, el interés por desentrañar los hondos problemas que a la vida de la Nación afectan; cómo el tono general de los estudios técnicos españoles se va ciñendo a moldes más concretos, más prácticos, más seriamente preparados; se notará el resurgir floreciente de un espíritu de organización y método que substituye a actitudes incoherentes y azarosas y, como consecuencia, la formación de unidades superiores reemplazando en las luchas económicas los esfuerzos individuales y aislados; se advertirá cómo se inicia, aunque débilmente, esa fecunda alianza de la técnica con la industria, del taller con el laboratorio, que tan asombrosos avances produce en el camino sin fin del progreso; por todas partes se sentirá la intensa vibración de la vida económica española que pugna ansiosa por desenvolverse y se percibirán los esfuerzos gigantescos, desgraciadamente iluminados a veces por llamaradas siniestras, en busca de esa ecuación ideal que concilie el producir intenso con el justo reparto de los beneficios; presenciaremos complacidos el nacimiento de algunas concepciones geniales, de originalidad intensa, y escucharemos interesados el alegre y bullicioso despertar de numerosas y modestas iniciativas industriales precursoras de porvenir esplendoroso, y notaremos cómo se aprecia ya por todos el valor incalculable de nuestra envidiada situación geográfica, punto de intersección de potentes civilizaciones, y cómo se estiman nuestros recursos naturales y se aprecia su valor, en cambio, por reciprocidad cada día más obligada; por todas partes, en fin, se hallará una alegre pujanza, una efervescencia confortadora, una ola de iniciativas y actividades, de proyectos y trabajos, anhelos de resurgir y ansias de mejorar, que son presagio feliz de próximas épocas de florecimiento patrio.

Que este primer Congreso Nacional de Ingeniería, que bajo tan prometedores auspicios se celebra, pueda favorecer en algo esa arrogante marcha triunfal del progreso de España que con orgullo de españoles contemplamos."

Terminada la lectura de la Memoria del Sr. Secretario general, S. M. el Rey concede la palabra al Ilmo. Sr. D. Francisco Terán y Morales, Presidente del Congreso, que lee el discurso que se transcribe:

"SEÑOR:

El acto que hoy celebramos, bajo el patronato y con la asistencia de Vuestra Majestad, adquiere por esta doble circunstancia solemnidad tan marcada y augusta, que el Instituto de Ingenieros Civiles aprovecha complacido la ocasión que se le ofrece de corresponder a

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

tales honores, rindiendo público testimonio de adhesión y de gratitud a su egregio Presidente honorario.

SEÑORAS Y SEÑORES:

De la Memoria que acaba de leernos nuestro distinguido Secretario general y colaborador infatigable, Sr. Pérez-Urruti, habréis deducido que este Congreso no se caracteriza por su rancio abolengo, y, por lo tanto, que yo no podría, aunque me esforzara por lograrlo, rememorar proezas de su linajuda estirpe, haciéndoos aquí relato o exhibición de sus legendarias científicas hazañas o de los inmarcesibles trofeos de sus prácticas y utilitarias conquistas. Este Congreso, en efecto, no ostenta en su reciente aunque limpia ejecutoria otros títulos que el de un acendrado patriotismo, el de una clara y certera visión del porvenir y el de una fe ciega e inquebrantable en los triunfos que la voluntad forja y moldea en el yunque cotidiano del trabajo. Ellos han bastado, sin embargo, para desarrollar la perseverante labor que en este acto culmina, y de la cual se siente hoy satisfecho y hasta envanecido el Instituto de Ingenieros Civiles, en cuya representación habréis de permitirme que mi modesta personalidad, cumpliendo deberes reglamentarios, de los que ni siquiera la apartaron su falta de experiencia y de idoneidad en estas lides, ponga a prueba vuestra benevolencia para explicaros las causas que indujeron al Instituto a celebrar este Congreso y los propósitos que perseguía cuando se resolvió a organizarlo.

Mucho antes de que cesara el horrendo cataclismo que conmovió al mundo entero, en los pasados últimos años, ya corría como axioma económico, universalmente admitido, la especie, bien fundada al parecer, de que, al firmarse la paz, con la que todos soñábamos, las armas de la guerra serían substituídas sin pérdida de tiempo por esos otros elementos de combate que todos los pueblos harían entrar en acción, inmediata y despiadadamente, para alcanzar, primero, la supremacía industrial y mercantil y para ceñirse más tarde los laureles de la victoria en la encarnizada lucha económica que habría de suscitarse entre los mismos, y en la que indefectiblemente perecerían los que no contasen con la adecuada preparación o careciesen de los propios y precisos recursos para contrarrestar el formidable empuje de la exótica competencia.

Influídos y casi sugestionados por la unánime aquiescencia que se prestaba a estas ideas, no faltaron entre nosotros espíritus pusilánimes y pesimistas que juzgaban inminente la ruina de nuestra nación, a partir del momento mismo en que se concertara el anhelado

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

armisticio; y aunque el Instituto no llegó a conceder absoluto crédito a estas fatídicas profecías, es lo cierto que no dejó de percatarse de la posible gravedad de estos augurios y de la vital transcendencia del problema que en todos los pueblos y dentro del terreno económico tendría fatalmente que plantearse en un porvenir no muy remoto.

Para orientarse en el estudio que las circunstancias exigían y apreciar con tino y exactitud los medios que deberían ponerse en práctica con el fin de solucionar aquel intrincado problema, si es que en efecto tenía solución, parecióle al Instituto requisito indispensable tener a la vista un inventario detallado, un balance escrupulosamente hecho de todas las fuerzas propulsoras y retardatrices que sobre la Nación actuaban, lo que equivalía a conocer, dicho de otro modo, si el saldo de ese balance que en contra de ella pudiera resultar era tan grande y abrumador, que de antemano y forzosamente había de declarársela vencida y sin esperanzas de futuros desquites.

En consonancia con este criterio, el Instituto habría, pues, de inscribir en el activo de ese supuesto balance la relación íntegra de todos los valores materiales y morales de que la Nación disponía, y en el pasivo, todas aquellas partidas que implicasen o representasen abulias, estancamientos, perplejidades, incomprensiones, y en suma, toda la larga lista de esas apremiantes aspiraciones nacionales, que nunca se vieron por nuestra desdicha satisfechas, no obstante haber contado en todas las épocas con valedores briosos y convencidos de la bienhechora influencia que ellas habían de ejercer, luego de colmadas, en nuestro ansiado y cada día más inaplazable resurgimiento.

Ocioso parecerá añadir que ese estudio a que me vengo refiriendo pensó desde luego el Instituto limitarlo a las cuestiones y materias propias y características de su profesional jurisdicción, y asimismo, que habiendo de simbolizar o de constituir las partidas del pasivo puntos débiles o de mínima resistencia que el enemigo trataría preferentemente de elegir para el ataque, por dichas partidas había de comenzarse el proyectado estudio, el cual, y por esto mismo, parecía conveniente dividir en dos grandes jornadas o capítulos, dedicado el primero al Debe y el segundo al Haber, empleando el tecnicismo comercial propio del caso.

Ajustándose a estos planes, comenzó el Instituto a recopilar febrilmente datos y cifras, a formar estadísticas y cuadros comparativos y a consultar textos y autores de todos los matices y de todos los tiempos; dándose cuenta bien pronto de las muchas y graves dificultades de que estaba erizada su tarea y de la imposibilidad de ultimarla en el plazo relativamente breve que el estado y situación de la contienda aconsejaban, puesto que, por fortuna, el siniestro estampi-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

do de los cañones parecía ensordecerse y debilitarse por momentos.

Se le ocurrió entonces que acaso fuera lo más práctico apelar a un procedimiento indirecto, menos exacto naturalmente, pero en cambio más expedito, utilizando a tales fines un excelente aparato geodésico, de extraordinario alcance y de bastante precisión, que guardaba cuidadosamente en sus armarios, y auxiliado del cual, podría procurarse en poco tiempo los antecedentes y justificantes que por el pronto necesitaba

Como lo pensó lo hizo, y cierto día, dando cumplida muestra de sus cívicos arrestos, escaló las alturas, hizo estación en las puras y serenas cumbres de la sinceridad y del patriotismo, y desde ellas, dominádolo todo, dirigió sus escrutadoras visuales a mares y tierras de España, descubriendo, no sin amargura, el vasto panorama que voy a intentar describiros sucintamente y a grandes rasgos para no poner en tortura vuestra solícita atención, que seguramente habrá de verse defraudada, muy a pesar mío y muy en contra también de lo que en justicia merecen vuestra transigencia y vuestra cortesía.

* * *

Las primeras observaciones que registró el Instituto, asistido de la cooperación inteligente y para él muy honrosa de distinguidos colegas militares, sirviéronle para cerciorarse de que la Nación tenía abiertos y desguarnecidos los puntos más vulnerables de sus dilatadas costas y desatendidas e inermes sus líneas fronterizas, sin que fueran suficientes para responder de la integridad de su territorio y librarlo en lo futuro de codicias extrañas, la abnegación y el valor, jamás regateados, de sus ejércitos de mar y tierra, los cuales carecían de los modernos e indispensables elementos de resistencia para que su heroísmo no degenerara como otras veces, y por estas mismas causas, en vano y temerario empeño; sacando de tal examen el convencimiento de que era absolutamente imprescindible remediar ese estado de indefensión, cuyos riesgos no debían reputarse tan problemáticos, como años atrás se suponían, por haberse patentizado con pruebas bien recientes y de muy dolorosa enseñanza que no basta a las pequeñas naciones su condición pacífica y laboriosa para ponerlas a cubierto de violentas e injustificadas agresiones, así como tampoco bastaron nunca a la industriosa colmena sus continuados derroches de constancia y de trabajo para verse libre de las acometidas y zarpazos del oso, y menos para vengar la fruición con que éste se relame, saboreando golosamente las dulces mieles de los repletos y

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

apetitosos panales, que son para ella, despensa o caja de ahorros, fiadores de su propia existencia.

Vió asimismo el Instituto que en aquellas costas y en la mayoría de sus puertos, todavía embrionarios, naves muchas veces de pabellón extranjero descargaban productos cuya importación hubiera podido evitarse intensificando el rendimiento de producciones similares que el patrio suelo pródigamente brindaba, y otros barcos, en cambio, que zarpaban abarrotados de materias a granel, de muy distinta naturaleza, repatriadas más tarde después de múltiples transformaciones, con las que se nutrían y enriquecían numerosas industrias extranjeras, sin que hasta entonces, y en reemplazo de ninguna de ellas, se hubiesen registrado solicitudes o tentativas de instalaciones indígenas afines, a pesar de las pingües ganancias que parecía prometerles la creciente demanda del consumo nacional, no siempre abastecido en los respectivos ramos con la regularidad, abundancia y baratura que reclamaban sus conveniencias.

Prosiguiendo sus exploraciones, pudo también descubrir villas y lugares relativamente populosos en los que, ni aun apelando a una auscultación atenta y silenciosa, llegaban a percibirse esas palpitaciones, esos latidos comerciales que claramente denotan la riqueza y bienestar de una comarca profusamente servida por vías ordinarias de asidua y esmerada conservación, advirtiendo igualmente que tampoco respondían a las exigencias, cada vez más refinadas, del tráfico, el número, distribución y capacidad de transporte, de esos otros elementos de comunicación más perfeccionados, cuya misión consistía en relacionar aquellos puertos con los principales núcleos de producción y consumo y a estos últimos entre sí, salvando grandes trayectos sin largas e inevitables esperas y sin los atascamientos que tanto perjudican a la facilidad y rapidez requeridas por el complicado mecanismo de las modernas transacciones mercantiles e industriales.

Escudriñó seguidamente sierras y valles, comprobando la penuria arbórea y forestal de las primeras, como igualmente la eventualidad y limitación de los regadíos en los segundos, en lastimoso contraste, por cierto, con los muy permanentes y ordenados de aquellos privilegiados oasis que sirvieron de enseñanza a otros pueblos, cuando se decidieron a establecer obras y explotaciones de la misma índole; pueblos a los que nadie osó negarles su cualidad en grado eminente de prácticos y oportunistas, y que, sin embargo, reconocieron la incontestable utilidad de aquellos hidráulicos aprovechamientos, contra la cual nada arguyen proyectos que, por su elevado coste, sus dificultades de toda índole y su desordenada y perezosa ejecución, fueron piadosamente calificados de lamentables errores

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

técnicos, no parándose a reflexionar los que aventuran y propalan tales juicios que el fruto de estas empresas no podrá nunca prosperar dentro de un régimen administrativo y económico que tenga por normas la mezquindad, el formulismo y la desconfianza, y que además hace falta, para que el dicho fruto llegue a adquirir su total y espléndida madurez, rodearle de un ambiente legislativo y social, tan preciso y casi tan indispensable para la finalidad que ha de perseguirse con este género de obras como el agua misma, y como los canales y acequias encargados de conducirla, para acallar con ella el ansia refrigerante que en general padecen nuestros sedientos y calcinados campos.

En éstos, y fijándose principalmente en los términos intermedios de esa serie que comienza en la diminuta inaprovechable parcela y concluye en el extenso y muchas veces inculto latifundio, términos estos dos últimos igualmente dañosos para la economía agraria nacional, no le costó gran trabajo al Instituto descubrir un rutinario apego a prácticas o labores, resultantes la mayor parte de las veces del atraso y de la estrechez en que el pequeño agricultor vivía, necesitado, por esto mismo, de abonos, semillas, granjas y enseñanzas experimentales, y más que nada, de un amparo eficaz contra las artes viles de la usura, que, juntamente con el Fisco, dejábanle casi exangüe año tras año, matando cruelmente y por anticipado cuantas esperanzas e ilusiones le hiciera concebir la próxima y en algunos casos ubérrima cosecha, sin que tampoco, y en cierto modo, dejaran de sentir los efectos de estos peligros y de aquella ignorancia acomodados terratenientes, que veían con harta frecuencia mermados o malogrados por entero los prometidos rendimientos de la ansiada recolección, bien por plagas y meteoros cuyos orígenes y remedios desconocía, bien por solicitaciones reivindicatorias, muy fundadas y muy humanitarias en ciertas ocasiones, pero a las cuales y en otras, según ellos aseguraban, no les era posible corresponder en estricta justicia, so pena, añadían, de conformarnos mansamente con una solapada expoliación, ruinosa desde luego para nosotros e incluso para los mismos que indirectamente pretenden provocarla, fascinados, sin duda, por los consoladores halagos de revolucionarias doctrinas, ayer revividas y hoy nueva y prácticamente desacreditadas.

Prosiguiendo y reiterando sus observaciones, parecióle notar al Instituto como si se empañara y enturbiase un poco el objetivo de su potente anteojo, y ello era debido, según comprendió en seguida, a que enfilaba preferentemente, aunque sólo de vez en cuando, penachos humeantes de aisladas manufacturas, que se le figuraron, por cierto, y en no pocos casos, tristes remedos de aquellas florecientes industrias espa-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

ñolas que abastecieron en los pasados siglos a casi todos los mercados del mundo, pudiendo al cabo distinguir concentraciones más densas y variadas de otras muchas manifestaciones fabriles, menos tímidas que las primeras, aunque tampoco muy perfectas y robustas, descollando, no obstante, entre estas últimas, y así parece de justicia declararlo, un corto número de pujantes y soberbias instalaciones, dotadas de cuantos adelantos y perfeccionamientos se ufanaba la técnica moderna y en las que también, y por excepción, se había llegado a organizar científicamente el trabajo, protegiéndole y amparándole, por añadidura, con aquellas numerosas medidas de previsión social que el progreso de los tiempos y una concepción más humana de este esencialísimo factor de la producción consideran hoy como timbre o distintivo inseparable de toda organización industrial, sabiamente regida y cristianamente administrada.

Recapacitando el Instituto acerca de la gran influencia que la enseñanza técnica, en sus diferentes grados, ha de ejercer siempre en el progreso material de un país, dirigió también sus visuales a los escasos laboratorios, centros y escuelas en los que aquélla se proporcionaba y difundía, notando en general una marcada indecisión y una gran escasez de medios auxiliares para orientarla en un sentido verdaderamente práctico y educativo, sin merma, como es natural, de aquellos fundamentales conocimientos teóricos, de los que nunca y en ningún caso deberá prescindirse, incluso en profesiones antes utilitarias que especulativas. Notó además que en dichos centros era poco menos que imprescindible forzar la tensión de los resortes disciplinarios para que el estudiante sacara verdadero provecho de las tareas docentes, a las que se consagraba en general, por obligación ineludible y penosa, sin otro ideal que la posesión del título facultativo, pero no por inclinación espontánea y emuladora, haciéndole todo esto sospechar si estas lacras escolares no podrán, en parte, atribuirse a la falta, en muchos casos, de esa correspondencia espiritual tan indispensable entre profesores y alumnos para que la enseñanza resulte a la par agradable y fructífera, comunicación que no bastan a establecer ciencia, integridad y celo en el arduo cumplimiento de los deberes didácticos, sino que requiere además, y acaso no fueran tampoco suficientes en los tiempos que reinan, esas raras y privilegiadas cualidades que compendiaron, por modo admirable, aquel maravilloso divulgador de la cultura, aquel portento de sabiduría cordial y transfusiva que brilló en la Ciencia y refulgió en el Arte, juntamente con otros esclarecidos maestros de la profesión, cuyos nombres no he de citaros porque bullen de seguro en la mente de todos, pero a los cuales estima el Instituto deber inexcusable tribu-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

tar un fervoroso homenaje de póstuma veneración en este solemne acto de apertura de su primer Congreso Nacional de Ingeniería.

Fueron, por último, de transcendencia indudable y de notoria gravedad algunas de las observaciones que hizo el Instituto antes de dar remate a los trabajos de esta su primera jornada geodésica, porque le denunciaron y pusieron de relieve, en primer lugar, la extensión relativamente considerable y sin posible utilización agrícola de lagunas, marismas y terrenos pantanosos que estaban pidiendo a voz en grito su desecación y saneamiento, con el subsiguiente apropiado cultivo; después, y en segundo término, incurias y laxitudes que impedían la corrección de graves deficiencias en los abastecimientos de aguas, no ya sólo de urbes y agrupaciones de escasa entidad, sino de ciudades ricas y populosas algunas de ellas que también carecían, por estas mismas causas, de redes de evacuación para sus excretas, con los requisitos constructivos, funcionales y de inocuidad que la moderna Ingeniería sanitaria exige, y, finalmente, y ya casi en los límites del campo visual a que el Instituto se había propuesto ceñir y concretar sus exploraciones, barrios y viviendas anexos a talleres, fábricas y grandes explotaciones industriales, en los que a falta de aire y de luz se llevaba el hacinamiento hasta la promiscuidad y se vulneraban otros muchos preceptos de la higiene, causas generadoras, entre otras, de una creciente depauperación fisiológica, con el correlativo aumento, más que alarmante aterrador, de ese coeficiente de mortalidad que constituye, al decir de los higienistas, un verdadero bochorno para la nación que lo registra y soporta, y hasta pudiera añadirse que una afrenta para la civilización y para la causa de la Humanidad, ya que la ecuación de la curva demográfica refleja y traduce siempre, con precisión admirable, el grado de cultura de un país, y, por lo tanto, el de la pureza y abundancia de los sentimientos de amor y de caridad que lograron inspirarle los que en él conviven, trabajan, sufren y perecen.

Otros muchos datos recogió el Instituto, también de grandísimo interés, pero de cuya anotación desistió, por no conceptuarlos de su especial competencia; y como por efecto quizá del vaho denso y opaco que se desprendía de las lagunas y charcas de que antes os hablaba, las observaciones se iban haciendo cada vez más difíciles, decidió el Instituto cambiar de estación, manteniéndose, por de contado, a la misma altura o cota de nivel que había elegido primeramente, y así pudo, dentro de una atmósfera más respirable y diáfana, reanudar sus operaciones, brevemente interrumpidas, y proveerse de los antecedentes visuales que había de inscribir en su libreta, como contrapartidas del pasivo representado por esas otras observaciones, de las que os hice, ha un momento, fidelísima referencia, no sin omitir deliberadamente, como

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

habréis visto, cifras y textos comprobatorios del rigor y exactitud con que se desarrollaron los trabajos, porque ni yo me hubiera atrevido a alardear de erudito ante vosotros, ni vuestra paciencia hubiese tolerado las altas dosis del hipnótico, que ejerciendo funciones para mí muy honrosas, pero en discordancia manifiesta con mis cortas facultades, me he visto en la precisión de administraros.

Para que dichas dosis no lleguen a ser irremediablemente tóxicas, huiré de cuanto considere superfluo para mi objeto, procurando haceros, lo más brevemente que me sea posible, el relato de lo que el Instituto descubrió en la segunda etapa de sus curiosas y bien intencionadas investigaciones.

* * *

Sorprendió gratamente al Instituto, y en primer término, el nuevo y magnífico cuadro que apareció ante sus ojos, en el que se distinguían claramente ciudades, comarcas y regiones enteras, tratando de combatir, con decisión y denuedo rayanos en la audacia, y sólo con el fin de acomodarse rápidamente al ritmo fecundo de la vida moderna, vicios, corruptelas y egoísmos casi seculares; desarrollando para conseguir tan regeneradores propósitos tal cúmulo de actividades productoras, industriales y mercantiles, que de cundir y generalizarse tan alentadores ejemplos, quizá pudiéramos algún día, por honor y conveniencia de todos, borrar del cuadro de las características nacionales, aquellas en las que justamente se nos reconviene por nuestra incuria y por nuestra indolencia.

Vió asimismo que en algunas de esas regiones bañadas por mares avarientos y porfiados, de los que fatigosa y a veces arriesgadamente se surtían los bravos y curtidos pobladores ribereños de pesca abundante y sabrosa, surgían como por encanto nuevas e importantes industrias, cuyos productos, más solicitados cada día en algunos mercados extranjeros, constituían por esto mismo materia codiciada de pingüe exportación.

Vió profusa y generosamente repartidos por todo el suelo patrio potentes yacimientos de variados minerales, motivo en muchos casos de gigantescas y grandiosas instalaciones, en pleno e intenso funcionamiento desde muy antiguo, y algunos otros trabajos, ha poco iniciados, de exploración y tanteo, que hacían presagiar probables hallazgos y sendos aprovechamientos de otros nuevos criaderos, de clasificación muy distinta a la de aquellos que hasta ahora se venían explotando, pero de aplicación tan utilísima y quizá más preciosa que la de éstos.

Desfilaron también ante su vista puertos, estaciones, huertas y campiñas, donde se amontonaban cargamentos enormes, mediante los cua-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

les eran al fin conducidas a lejanas tierras calorías acumuladas por los rayos de un sol, más que vivo, fulgurante, transformadas luego, por lento y maravilloso proceso, en aromáticos frutos de agridulces jugos, dentro del misterioso alambique de una vida vegetativa múltiple en especies y, en ocasiones, exuberante.

Revisó detenidamente nuestra típica hidrografía, por lo general caprichosa, torrencial y de grandes desniveles, pero susceptible, no obstante, de suministrar, con el auxilio de obras juiciosamente concebidas, un número considerable de kilovatios, no aprovechados en la actualidad; y tomó nota con tal motivo, muy satisfactoria por cierto, del valor extraordinario que en lo futuro podían llegar a adquirir esos grandes potenciales hidráulicos de que la Nación disponía, ya que por causas y razones, cuya prolija enumeración sería impropia de este sitio, la insuficiencia y carestía de los combustibles usuales, si persisten o se acentúan, como es de temer, pudieran repercutir tan gravemente en nuestra economía doméstica e industrial, que fuera conveniente y tal vez forzoso, en plazo breve, procurarse la plena utilización de aquellas providenciales reservas.

Vió que el tráfico crecía y se desbordaba de sus antiguos cauces, respondiendo a una infinita variedad de negocios y transacciones, claramente demostrativos de la rápida y progresiva transformación que a este respecto, y por momentos, en la Nación se operaba.

Se admiró de la fuerza expansiva y de la vitalidad que revelaban las mejoras y ensanches de algunas importantes poblaciones, en las cuales, y entre construcciones amplias y lujosas de carácter particular, se destacaban arrogantes, suntuosos edificios, verdaderos palacios del crédito y del capital, cuyas arcas y cuentas encerraban y retenían sumas casi fabulosas, aguardando impacientes la hora propicia de una segura y remuneradora movilización.

Se ratificó en su creencia, jactanciosa tal vez para algunos, pero acreditada por los hechos, y que venían a corroborarla con toda evidencia, obras, instalaciones y trabajos técnicos de muy diversa índole; unos ya en franca fase de explotación; otros próximos a inaugurarse, y otros apenas planteados, que la Nación podía contar con elementos directores suficientemente capacitados para proyectar, dirigir y administrar las más vastas y complicadas empresas, y asimismo, que tampoco habría de faltarle el concurso auxiliar e indispensable de una mano de obra ágil, despierta e inteligente por naturaleza, a la que bastaban comúnmente cortos períodos de aprendizaje para asimilarse las ins-instrucciones que se le transmitían y ejecutar a la perfección las operaciones manuales que se le encomendaban.

Vió cómo del otro lado del Estrecho la colectividad que encarna

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

las más puras esencias de la Patria cumplía disciplinada y meritoriamente la misión civilizadora que las demás naciones nos encomendaron, combinando a tales fines la acción de las armas, precisa e insubstituible en ciertos casos, con esa otra labor pacificadora y silenciosa, que si bien no enardece los ánimos ni los ciega hasta ocultarles la inminencia del peligro, exige en cambio sacrificios, abnegaciones, perseverantes estudios y demás reflejos espirituales de ese otro valor sereno y consciente, que puede llegar a constituir, en determinadas circunstancias, ofrenda patriótica tan sagrada y excelsa como la vida misma.

Quedó como suspenso y maravillado al enfocar reiteradamente, unas tras otras, sin desviación apreciable de rumbo u orientación, imponderables bellezas monumentales y artísticas, que gozando de justo y universal renombre, comenzaban a convertirse para nuestra industria y nuestro comercio en fuente perenne de saneados ingresos, alimentada más copiosamente cada día por la corriente inmigratoria de los turistas, enamorados del arte, que en infatigable peregrinación aquí llegaban, ávidos de admirar aquellos valiosísimos tesoros y las encantadoras bellezas naturales que nuestra Nación les ofrecía, disfrutando al propio tiempo de las dulzuras de su clima incomparable y de la franca y cálida hospitalidad que en ella encontraron siempre sus visitantes.

Compulsados estos datos, y cuando ya se preparaba el Instituto a dar por ultimados sus reconocimientos, una impresión visual inesperada y algo borrosa en un principio excitó su curiosidad en tales términos, que inmediatamente se dispuso a repetir y afinar aquella fugaz observación; logrando por fin ver premiada su insistencia con la aparición en el retículo de su anteojo de una imagen o testimonio, que era sin duda el más significativo y el que más honda emoción había llegado a producirle, entre los muchos que hasta entonces había recogido e interpretado.

Y para que no creáis que el Instituto, al pensar de esta manera, lo hacía como sugestionado y con descrédito de su inveterada ecuanimidad, allá va la prueba, que de seguro no le recusaréis.

La tosca y pétrea mole que en forma indecisa percibió primeramente, coronando una pequeña y empinada colina, ceñida en su base por las turbias y rojizas aguas de un anchuroso estuario, se convirtió al fin, según ya lo habréis adivinado, en la silueta precisa e inconfundible del santo y mil veces bendito Monasterio de Nuestra Señora de la Rábida.

Absorto unos instantes en la contemplación y lectura de aquella vetusta página, única y sin rival en la historia profana de la Humanidad, y en la que comenzaron a escribirse, como todos sabéis, con trazos firmes e indelebles, los inmortales hechos de la grandiosa epopeya

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

del Descubrimiento, acudieron más tarde a su mente, por lógica asociación de ideas, proezas, heroísmos y liberalidades, no superados por ningún otro pueblo del mundo, y entonces fué cuando, un tanto decaído su patriótico orgullo, aunque sin perder la fe en que éste recobrase bien pronto su pasado y legítimo afianzamiento, pensó de súbito en la situación ventajosa y excepcionalmente privilegiada que en el disputado campo del intercambio mercantil e industrial con el nuevo continente podía corresponder a España, merced a la comunidad del idioma con millones de seres, viva y subsistente después de cuatro siglos, y a virtud también de la identidad de sentimientos con los numerosos compatriotas que allí valientemente pregonan los alientos perdurables de la raza, sin olvidar nunca rincones y afectos de la Madre Patria y compartiendo en todo instante con nosotros, a través de mares y cordilleras, preocupaciones, sobresaltos, infortunios y alegrías.

* * *

El balance estaba definitivamente hecho y los resultados del cómputo entre el activo y el pasivo, si no eran totalmente satisfactorios, hacían por lo menos concebir muy consoladoras esperanzas y formular predicciones francamente optimistas.

España contaba en efecto con fuerzas radicales suficientes para vencer y dominar en muy pocos años, enervadoras desconfianzas que hasta la hicieron recelar de su indestructible existencia; deprimentes y malsanos *snobismos;* arraigadas y punibles inercias del cuerpo y del espíritu; menosprecios constantes de los apremios de la realidad; intrigas y rebeldías individualistas, capaces de esterilizar todo común esfuerzo, y otros muchos trastornos y dolencias de los cuales, o estaba ya curada por completo, o próxima a entrar en franco período de tranquilizadora convalecencia.

España guardaba variados e inmensos depósitos de potenciales energías, puestas ya muchas de ellas en vertiginoso movimiento, creador y multiplicador de riquezas y actividades por modo tan sorprendente, que aquellas que aun se encontraban dormidas y sin explotar o estaban en camino de ser acotadas y movilizadas por organismos oficiales y asociaciones privadas de carácter puramente nacional, o habían llegado a ser cebo muy apetecible para el capital extranjero, que no encontraba sin duda en sus respectivos países para sus empresas y especulaciones bases tan sólidas, garantías tan completas y rendimientos tan halagüeños como los que aquí vislumbraba y esperaba obtener.

España veía saneado y robustecido su principal signo de crédito y en auge creciente cuando lo comparaba con el de otras naciones antes

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

ricas y poderosas, hoy resplandecientes de gloria a costa de privaciones y empobrecimientos que España cordialmente lamenta y que ha venido procurando aliviar con toda la solicitud y con toda la holgura que le consintieron la estricta neutralidad que se impuso, la capacidad económica de que disponía y las perentorias atenciones de sus propias y múltiples necesidades.

España no era, por consiguiente, la nación decrépita y moribunda y menos aún la nación egoísta, inquisitorial y artera, que hicieron de ella, en momentos de enfatuada displicencia o de equívoca conducta, los que desconocían, o aparentaban desconocer, el caudal inagotable de sus íntimas energías, los secretos de su historia, de sus virtudes y de su ideario quijotesco, siempre noble y generoso.

España quería desenvolverse y reconstituirse arrollando resueltamente cuantos obstáculos se opusieran a la pronta consecución de sus propósitos, los cuales alegaba, juntamente con otros derechos anteriormente conquistados, para que se le reservase el puesto que merecidamente le correspondía ocupar en el concierto de las naciones cultas y progresivas, pretensión legitimada y avalorada por muchos y muy preclaros nombres españoles que en aquéllas eran por fin respetados y hasta bendecidos.

España no debía perder un solo instante para ponerse en guardia y hacer frente con sus valiosos y peculiares recursos a la competencia industrial y mercantil que con la natural alarma veía aproximarse a sus fronteras; pero sin desconfiar *a priori* del buen éxito de la lucha, porque la invasión que la amenazaba, no obstante la probada táctica del aguerrido ejército que se aprestaba a realizarla, pudiera no ser tan rápida y abrumadora como a primera vista y enjuiciando superficialmente nos la hacía temer, ese fermento antipatriótico y pesimista que en nosotros frecuentemente germina, enervándonos, deprimiéndonos y haciéndonos más débiles de lo que somos en realidad.

España podía, en fin, regenerarse y redimirse, y lo conseguiría de seguro si todos sus hijos, libres de prejuicios, suspicacias y egoísmos, agrupados y fortalecidos por una común aspiración, respondían llenos de fe y de ardor patriótico al triple y santo llamamiento del trabajo, de la disciplina y de la perseverancia.

* * *

Y ved ahora, claramente explicado, por qué el Instituto de Ingenieros civiles, que de tal manera pensaba y sentía, quiso predicar con el ejemplo, poniéndose a la vanguardia de ese movimiento salvador que ansiosamente demandaba la opinión pública, confiada en que así podría

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

dar cuerpo y consistencia a una de sus más urgentes aspiraciones y por qué razón asimismo juzgó el referido Instituto de indiscutible oportunidad la celebración de este Congreso, en el que no ya sólo los Ingenieros, sino todos aquellos que se interesasen por el porvenir y resurgimiento de la Patria, podían y habían de prestarse a colaborar aportando: unos, el fruto de sus investigaciones y conocimientos; otros, el producto de sus iniciativas, felices o frustradas; y otros, en fin, los resultados de sus empresas y de su experiencia para buscar, en suma, los medios de subsanar, con la mayor eficacia posible, aquellos añejos e imperdonables rezagos y deficiencias, puestos de relieve por las observaciones que previamente había practicado y a las cuales, como era lógico, procuró adaptar la división en secciones de las materias que posteriormente habrían de ser objeto de estudio y deliberación en este Congreso.

Ahora bien, y permitidme, antes de concluir, unas breves consideraciones, cuya transcendencia no creo preciso encareceros. Todos esos anhelos de que acabo de hablaros; toda esa labor que el Instituto ha venido realizando, así como la que a partir de este momento hemos de emprender; todos esos planes, en fin, de reconstitución económico-nacional que nuestro Soberano estimula y alienta, que patrocinan nuestros Gobiernos y que nuestros Cuerpos Colegisladores habrán de apoyar seguramente, serán una vez más fantásticos espejismos y quiméricos ensueños si las enconadas y pavorosas cuestiones sociales que hoy absorben la atención del mundo entero no conseguimos solucionarlas o suavizarlas previamente a virtud de leyes, bases o fórmulas que ciertamente, y como desde luego comprenderéis, no es este Instituto el llamado a elaborarlas y ensayarlas, y menos todavía a imponerlas, si las circunstancias así lo aconsejasen.

Esto no obstante, y como por consecuencia de esa situación intermedia entre patronos y obreros en que los Ingenieros suelen estar económicamente colocados, pudieran éstos tener necesidad de intervenir en esos conflictos que diariamente suscita la mal llamada lucha de clases, el Instituto, para que no pueda suponerse que un premeditado silencio o una reprobable cobardía le privan de hacer aquí pública confesión de su criterio y actitudes acerca de estos particulares, espontáneamente declara: que nunca, ni en ningún caso, dejarán todos y cada uno de sus miembros de preparar y de ejercitar la misión pacificadora a que moralmente se consideran obligados, exponiendo siempre sus juicios a ambas partes, si por ellas fuesen requeridos, con viril franqueza y absoluta imparcialidad, aun a trueque de que su rectitud provocara un pasajero enojo, que el tiempo, amparador de verdades, se encargaría al cabo de disipar.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Fieles a esta consigna, procurarían hacer ver al capital que, aun admitido su derecho a defender naturales prerrogativas de iniciativa y dirección, deberá huir de sordideces y desenfrenadas codicias, que han sido, a no dudarlo, causa eficiente y principal de las graves actuales conmociones. Que por lo mismo que están de su parte una mayor ilustración y una mayor resistencia económica, de su lado habrán de estar siempre la templanza y la serenidad para impedir que el conflicto estalle o para ayudar a resolverlo por caminos de paz y de concordia. Que el derecho patronal no es ni puede ser una resurrección de abominables derechos feudales, extinguidos por fortuna, y que, por consecuencia, oponerse airadamente y sin un reflexivo estudio a toda demanda reivindicatoria por el hecho de lastimar intereses que él tuvo erróneamente por intangibles, sólo contribuiría a poner de manifiesto su incapacidad y su ceguera para comprender y percibir las renovadoras normas de una nueva justicia distributiva que ya alborea, y que ojalá resplandezca pronto y a plena luz, sin eclipses ni trastornos que la retarden o la adulteren. Y por último, que acaso, acaso, le conviniera en estos momentos, aun sin invocar razones de otro orden más elevado, evitar disipaciones ostensiblemente disolutas y fastuosas, ya que éstas suelen avivar el rescoldo de los odios y pugnan, desde luego, con las austeridades y sacrificios que estos nuevos tiempos a todos nos imponen.

Tratarían a su vez de demostrar a la clase obrera que la opresión y la injusticia de que pudieran hacerla víctima en ciertos casos hay que demostrarlas con hechos y argumentos y no con desdenes y evasivas de calculada intransigencia, porque en esa suspirada democracia social, con la que espera poner remedio a todas las arbitrariedades, los derechos han de conquistarse con pruebas y razones públicamente contrastadas en digna y armónica controversia. Que su legítima emancipación moral y material, por todos ardientemente apetecida, ha de conseguirla por el trabajo disciplinado y fecundo, pero nunca por la indolencia y el ocio, encubiertos o declarados, y menos todavía por actos salvajes, atentatorios a la integridad de los medios materiales de la producción, porque esto equivale y viene siempre a traducirse en la brutal y suicida amputación de sus propios brazos. Que todavía es mucho más vituperable e inhumano retrotraerse a tiempos y procedimientos de una primitiva barbarie para lograr la extinción de odiosas tiranías y substituirlas por otras dictaduras, aún más execrables, impuestas por la amenaza, por el terror y por el crimen.

Intentarían, finalmente, infiltrar en el ánimo y en el convencimiento de todos que en esta penosa travesía por los mares procelosos de la vida moderna, en este gigante transatlántico, en el que vamos sorteán-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

do escollos y corriendo los recios temporales que continuamente nos depara nuestro destino, si bien es cierto que todos tenemos igual y preferente derecho, en el trance supremo del peligro, para embarcar atropelladamente y por asalto en el modesto bote salvavidas, pudiera tal vez ocurrir que éste no se viese desligado de sus amarras en el momento crítico y angustioso, o que a causa de su fragilidad no le fuera posible resistir las furiosas embestidas del tempestuoso oleaje. Por tal motivo, será siempre lo más cuerdo para la tripulación y para el pasaje no empeñarse en franquear temerariamente la zona tormentosa, a pretexto de que una vez rectificada o acortada la derrota, podrían ahorrarse riesgos y penalidades; porque de sobrevenir el naufragio, es casi seguro que todos en él perecieran, y si por suerte lograba alguno arribar a puerto de salvación, llegaría, indudablemente tan rendido y extenuado, que no podría en lo sucesivo reanudar la común y afanosa tarea, a la cual y para procurarnos el diario sustento, venimos todos condenados por sabia y divina sentencia.

Y puesto que ella ha de ser acatada y cumplida inexorablemente, tratemos de moderar sus rigores, buscando por lo menos, para nuestras cotidianas faenas, un máximo provecho y una inmediata efectividad, laborando como hoy lo hacemos, identificados y unidos, por vínculos aparentemente circunstanciales y efímeros, pero que llegarán de seguro a consolidarse y fortalecerse en estos días de estudio y de cambio recíproco de ideas y de opiniones, gracias al afecto y a la espiritual intimidad, que habrán de poner en nuestras relaciones profesionales y ciudadanas esos patrios e inmaculados ideales que a todos nos guían y en cuyos altares todos fervorosamente comulgamos."

A continuación se levanta S. M. el Rey y da lectura al siguiente discurso, que la concurrencia escucha de pie:

«SEÑORES CONGRESISTAS:

Escucho siempre complacido la voz optimista de los Ingenieros españoles. El gran confortante del espíritu humano, la esperanza, surge espontáneo y vigoroso al conjuro de sus palabras alentadoras, porque no pueden ser mera ilusión, ensueño del deseo, las venturas que predicen para la Patria quienes tienen el hábito de basar sus afirmaciones, con la exactitud del cálculo matemático, en los antecedentes y datos que les procura su ciencia.

También Yo, vuestro Rey y vuestro Presidente, tengo fe ciega en los destinos de España, y como la tengo en vosotros, que sois el instrumento con que se ha de realizar la transformación de nuestro suelo,

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

el descubrimiento de sus riquezas y la captación de sus energías físicas, auguro realidades próximas, para las que no faltará ni voluntad resuelta ni la cooperación de mi Gobierno, que ha presentado a las Cortes soluciones inmediatas, comienzo de un plan vasto de reconstitución nacional.

Vuestro concertado concurso hará prácticamente posibles los proyectos legislativos, porque todos, cordialmente unidos, como os presentáis ante la opinión española, sabréis servir abnegadamente todas sus aspiraciones: que nada hay en la economía nacional, en las necesidades de la vida y de la defensa patria a que no atendáis, con la variedad múltiple de vuestras aptitudes.

Y por eso, el espectáculo que dais mostrándoos todos juntos, los Ingenieros civiles y militares, los de las industrias de la paz y los de la guerra, los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, los Navales, los de Minas y Montes, los Agrónomos, los Industriales y los Geógrafos, es de lo más grato que puede contemplar quien ame a su Patria y tenga el deber de regir sus destinos. Ya sé que os reunís para trabajar y que trabajaréis sin descanso, porque os alienta un ideal el más generoso: el de hacer Patria; os alumbra en vuestro camino el luminar de la verdad, que es el patrimonio de la ciencia, y os acompaña el entusiasmo de vuestros conciudadanos, ansiosos de que desde la atmósfera hasta las profundidades de la tierra, desde las cumbres hasta los valles, desde las fuentes de nuestros ríos hasta el mar, no queden fuerzas sin cauces de las que, domadas, son provecho, y cuando corren alocadas y sin guía son, inexorablemente, destructoras, ni haya un átomo de tierra ni de energía española sin rendir, mediante vuestro sabio esfuerzo, la máxima utilidad para hacernos fuertes, poderosos, independientes.

La Providencia, que nos apartó de los horrores de la guerra, nos exigiría estrecha cuenta de las horas de indiferencia y abandono, porque no es la paz la inactividad, sino el trabajo impulsado por el amor al bien, que permite al espíritu, cumplido el deber, recrearse satisfecho en el bienestar de todos, por todos ganado en la fecunda labor, lucha también santa y noble, que habéis inscripto en vuestro programa.

Sírvaos de estímulo el ejemplo que da, en la hora presente, la Humanidad, y que yo acabo de presenciar en naciones donde, para abrir fuentes de riqueza, hay que borrar antes las huellas del dolor, y pensad que no pueden ser remisos los que no tuvieron que sufrir tan duras pruebas.

Es seguro que colaborarán en el fomento de la riqueza nacional el capital y el trabajo, los hombres de buena voluntad de toda clase y condición, porque a los españoles, sin diferencia alguna, alcanza el de-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

ber; pero a vosotros, hombres de ciencia, en primer término, porque os corresponde el planeamiento y la ejecución de las obras. La gloria será vuestra recompensa, cuando España pueda sentirse orgullosa del esfuerzo que espera de todos sus hijos.

Señores Congresistas: Sed bien venidos a esta Asamblea. La Patria os contempla para pasar revista a las fuerzas intelectuales de que dispone para labrar el camino de su total reconstitución. La síntesis emblemática de vuestro escudo tiene hoy vida real con la presencia de todos vosotros en esta fiesta del saber y del patriotismo. España sabrá ayudaros para no quedarse rezagada en el movimiento universal, que ansía mejorar el mundo moral y materialmente, bien advertida de que en ese movimiento el que se quede retrasado perecerá, que la omisión es cobardía y que, cuando depende de nosotros mismos el hacer para todos mejor y más placentera la vida, el no evitar el dolor ajeno es vergüenza propia, y que cuidáis no sólo de los españoles de ahora, sino de restaurar y volver a nuestra España al estado de pujanza de otros tiempos, para bien y para enseñanza de las generaciones futuras.

Estudiad y proyectad hoy en este Congreso, y tened presente que desde mañana hay que ejecutar; que soy de los vuestros y estoy con vosotros; que en cumplir la misión que se os confíe está empeñado vuestro honor, que es también el mío, el de vuestro Rey y vuestro Presidente, que lo tiene puesto en lograr la grandeza de España." (*Entusiastas aplausos y clamorosos vivas a España y al Rey.*)

Su Majestad el Rey declara abierto el Primer Congreso Nacional de Ingeniería, y se levanta la sesión.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

TRABAJOS DE LAS SECCIONES

FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

SECCIÓN 1.ª

OBRAS PÚBLICAS E INDUSTRIAS DE TRANSPORTES

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

SECCIÓN 1.ª

OBRAS PÚBLICAS E INDUSTRIAS DE TRANSPORTES

FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

SECCIÓN 1.ª

PRESIDENTE

D. Alfredo Mendizábal.

SECRETARIO

D. Sebastián Gómez de Velasco.

ACTA DE LA SESIÓN DEL DÍA 17 DE NOVIEMBRE DE 1919

Se abre la sesión a las diez.

El Sr. PRESIDENTE saluda a la reunión, y propone la aceptación de los nombramientos, para Presidentes honorarios, de dos prestigiosas personalidades: el Excmo. Sr. D. Juan Alvarado y el ilustrísimo Sr. D. Vicente Piniés; para Vicepresidente, al Ingeniero militar, de reconocida competencia, D. Rudesindo Montoto, y considerando bastante compleja la labor de Secretaría, como Secretario adjunto, al Ingeniero de Caminos D. Francisco Iribarren.

Aprobados por aclamación estos nombramientos, anuncia el Sr. Presidente la conveniencia de que los autores de los trabajos presentados concurran al Instituto de Ingenieros a las cuatro de la tarde para acordar la forma más adecuada de exponer y explicar sus Memorias.

Entrando en el orden del día, el Sr. BLANC (D. Angel) da lectura a la siguiente comunicación presentada por el Ingeniero de Caminos D. Ricardo Egea:

"LIMPIAS EN LOS PANTANOS

Por D. RICARDO EGEA.

En 1901 publicó la Dirección general de Obras públicas, a propuesta del Consejo de Obras públicas, una Memoria sobre "Explota-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

ción del pantano de Puentes", que tuve el honor de presentar a dicho Centro consultivo; y al ocuparme del modo de efectuarse las limpias en aquella obra, hacía algunas consideraciones sobre punto tan discutido y de tal modo interesante, que no he dudado en reproducir lo que allí exponía como base de lo que más adelante he de decir.

"LIMPIAS EN EL VASO DEL PANTANO

"Antes de entrar a estudiar el importantísimo punto que enunciamos, nos parece oportuno señalar algunos datos sobre la cuenca del Guadalentín y la importancia de sus avenidas.

"Este río toma su nombre en la confluencia de los llamados Vélez y Luchena, y sus vertientes alcanzan una extensión superficial de 2.100 kilómetros cuadrados. En unas y otras, se encontraban los terrenos de sierras y sus estribaciones cubiertos de grandes pinares, que, poco a poco, fueron desapareciendo, y con ellos la capa vegetal de la superficie, que almacenaba gran cantidad de agua durante las tormentas y períodos lluviosos. Denudadas casi por completo las partes altas, y aun medias, de las montañas, las aguas corren velozmente hacia el valle, y, siendo las pendientes del mismo, tanto en sus laderas como en las vaguadas, tan fuertes que pueden denominarse torrenciales, la crecida aseméjase a una gran ola por la pequeña duración del período máximo y la gran intensidad del mismo.

"A continuación copiamos los datos correspondientes a algunas crecidas extraordinarias:

Principales crecidas que han ingresado en el embalse del pantano de Puentes desde 1891.

FECHAS	Agua aportada por los ríos. — *Metros cúbicos.*	OBSERVACIONES
11 de septiembre de 1891	12.000.000 en dos días.	Coincidió con las célebres inundaciones de Consuegra y Almería. Durante veinticinco minutos del período álgido, aportaron los ríos a razón de 1890 metros cúbicos por segundo.
12 de septiembre de 1897.	15.000.000 en dos días.	Aportación máxima, 503 metros cúbicos por segundo durante una hora.
26 de junio de 1900.....	45.000.000 en dos días.	A la vez, embalsaron agua los dos pantanos de Puentes y de Valdeinfierno, siendo, no obstante, la entrada en el de Puentes, durante hora y media del período culminante, a razón de 1.295 metros cúbicos por segundo.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

"Como se deduce de lo consignado en el estado que precede, las crecidas del río Guadalentín alcanzaron el extraordinario volumen de 1.890 metros cúbicos por segundo, y es tanto más notable, cuanto que durante el estiaje no excede de 400 a 500 litros por segundo.

"En lo que se refiere a los tarquines o légamos, se ha comprobado distintas veces, durante las crecidas, la gran cantidad de aquéllos que llevan en suspensión las aguas, y que llega con frecuencia al 25 por 100 de su volumen.

"De aquí se sigue cuán interesante es disponer de medios para dar pronta y fácil salida a las riadas por las compuertas de fondo del embalse, teniendo en cuenta el doble objeto de regular aquéllas, previniendo el peligro de inundación, en el caso de que la capacidad del pantano llegara a ser insuficiente, así como el muy importante de evitar el enronamiento del vaso por el depósito de los arrastres, que, como se dice muy oportunamente en el tema de que nos ocupamos, son uno de los enemigos capitales de los pantanos.

"Para aclarar mejor este último punto, vamos a explicar brevemente lo que sucede cuando desemboca una crecida en el vaso. Al encontrarse la corriente con las aguas muertas en la parte más alejada de la presa o cola del embalse, amortigua su velocidad y deposita en una zona próxima los arrastres que pudiéramos llamar gruesos; pero los tarquines o légamos y la arena muy fina, conocida aquí por *voladillo*, se extienden por toda la masa líquida, enturbiándola. Al abrirse las compuertas, se establece una corriente en el fondo, cuya velocidad va disminuyendo hacia la parte aguas arriba, y la masa en movimiento podría compararse teóricamente a un cono horizontal cuyo vértice fuese el centro del vano abierto; de modo que si las tenues partículas, que por la velocidad de entrada tienden a dirigirse hacia la presa, al mismo tiempo que descienden para depositarse, hallan a su paso los filetes líquidos en movimiento, éstos las arrastrarán al exterior.

"La experiencia ha demostrado lo que acabamos de exponer; esto es, que si al iniciarse una crecida, se abren por completo las galerías de fondo, la cantidad de légamos depositada es tan pequeña, que apenas se nota variación en los sondeos.

"Compréndese por ello que cuanto mayor sea el desagüe, tanto mejor serán expulsados los materiales en suspensión; pero hay que tener en cuenta las dificultades con que se lucha en las maniobras de las grandes compuertas; y si bien es cierto que pudieran reducirse considerablemente sus dimensiones estableciendo mayor número, veremos más adelante que esta solución no deja de tener sus inconvenientes.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

"La cantidad de tarquines acumulados en el pantano de Puentes es aproximadamente de unos 7.000.000 de metros cúbicos, cuyo depósito no se ha verificado de una manera regular cada año, sino que los volúmenes parciales han correspondido, tanto a la importancia de las crecidas, como al modo de regular éstas. Sucede que si después de un período de gran sequía, en que la escasez de agua en el embalse ocasiona verdaderos conflictos en el regadío, sobreviene una crecida, se procura reponerlo elevando su nivel, para lo cual sólo se abre total o parcialmente una galería, cerrándola en el momento de aclarar el agua. De este modo, la cantidad de arrastres que quedan en el fondo será mayor que en el caso de haberla desalojado más rápidamente ampliando el desagüe.

"Las avenidas extraordinarias del 22 de mayo de 1884, durante la construcción del muro; de 11 de septiembre de 1891, y de 26 de junio de 1900, son las que más han perjudicado al embalse de Puentes, reduciendo notablemente con sus légamos la capacidad de aquél.

"Los sistemas de limpias pueden clasificarse en dos: el primero, que nosotros denominamos *limpia natural,* y que los extranjeros llaman *limpia española,* se emplea en los pantanos antiguos, como el de Tibi, en Alicante, y el de Elche. En el de Tibi se deja transcurrir un espacio de tiempo de unos diez años, durante el cual la capa de tarquín llega a unos 18 a 20 metros de espesor. Para efectuar la limpieza, sólo se necesita tener una altura de agua de 3 ó 4 metros, la cual, al romperse la capa de légamos con la apertura de la galería de fondo, arrastra en su movimiento tumultuoso una gran parte de las materias depositadas, y otra parte es arrastrada también por las aguas que después discurran por su vaguada, cuando el embalse queda vacío.

"El cierre de la galería está formado por maderos de 0,30 metros de escuadría, colocados verticalmente y empotrados en cajeros hechos en la parte superior y en la solera; el del centro, que sirve como de clave para ajustar perfectamente unos con otros, sólo va apoyado. Esto es lo que constituye el *portón,* el que, a su vez, descansa en el *contraportón,* que es otra serie de maderos puestos horizontalmente y empotrados en ranuras labradas en las paredes, hasta una cierta altura, para poder manejarlos; y, por último, dos pies derechos con tornapuntas, que apoyan en la solera, completan el cierre.

"Para efectuar la limpia, un obrero penetra en la galería y va desmontando el *contraportón;* después, el *portón,* debilitando poco a poco con un hacha los maderos, hasta que nota un leve movimiento en el tarquín; instante que debe aprovechar para salir rápidamente de la galería. Si, por el contrario, roto el portón, no acusan movimiento los légamos, continúa el trabajo hasta hacer un hueco que penetre algo

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

más arriba del paramento interior del muro. Fuera ya el obrero, desde la parte superior del muro, y en la vertical del hueco, se hace penetrar una barra a través de los tarquines, hasta llegar a aquél. El agua, al entrar por la perforación, va ensachándole; y arrastrando légamos hacia la galería, bien pronto rompe la gran masa de aquéllos, produciendo el efecto de una fuerte detonación.

"En el de Elche, la maniobra es análoga, si bien con la ventaja de terminar la operación desde una galería independiente de la de salida; no obstante lo cual, ofrece peligro para el obrero.

"Las *limpias naturales* en los pantanos modernos las estudiaremos al tratar de la del de Puentes.

"El segundo sistema de limpia consiste en remover los tarquines por medios artificiales para evacuarlos al exterior. Para ello se ha empleado el aire comprimido inyectado por bombas, que pone en acción una turbina movida por la presión del agua. Un tubo flexible, terminado por una pieza de hierro agujereada y en forma de azuche para clavar en el tarquín, conduce el aire comprimido, que, al salir por los agujeros, remueve los légamos, desalojándose el agua turbia por medio de un sifón o por las compuertas. Un aparato como éste fué construído en 1882 por el Ingeniero francés Martín Calmels. Otros, como Mr. Tremaux, fundados en el mismo principio, proponen el agua a presión, y, por último, Mr. Jandín empleó un ingenioso aparato en forma de sifón, cuya extremidad de agua arriba va provista de una pequeña turbina centrada en el eje del tubo y movida por el agua que entra en el sifón. En el eje de la turbina va una pieza circular con láminas cortantes para arrancar los légamos, siendo extraída el agua fangosa por el ya citado tubo. Este aparato y los anteriormente descriptos no dieron en la práctica resultados satisfactorios.

"Concretando ahora nuestro estudio al pantano de Puentes, diremos que el procedimiento empleado es el de limpia natural; pero, debiendo concurrir circunstancias especiales para evitar los graves inconvenientes que se presentan, éstas no pueden hacerse con la frecuencia que sería de desear. En primer término, resulta que, estando dedicada la primera zona del regadío, o sea la más próxima a los partidores de cabeza, al cultivo intensivo, el período de uno a otro riego no excede, en general, de quince días durante los meses de Primavera, Verano y alguno de Otoño; y como, por otra parte, en los riegos de legumbres y hortalizas es preciso que el agua esté clara, pues la turbia perjudica extraordinariamente a esas plantas, de aquí la imposibilidad de hacer el desagüe total en la época anotada.

"También la práctica ha demostrado que las aportaciones de agua al embalse durante las limpias no deben ser inferiores a 3 metros cúbi-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

cos por segundo; y como las ordinarias no exceden de 1 a 1,5 metros cúbicos por segundo, es preciso que antes de decidirse a la limpia, haya precedido un fuerte temporal de lluvias, o, mejor, de nieves, a fin de que el aumento de volumen no sólo exceda de la cifra que hemos tomado como mínimo, sino que nos ofrezca la garantía de sostenerse, con pequeña variación, por el espacio de tiempo que prudencialmente se crea disponible.

"Otra de las dificultades, aunque no de tanta importancia, es la paralización en que durante la evacuación de las materias depositadas en el embalse quedan los molinos y fábricas de hilados emplazados en las márgenes del Guadalentín, agua abajo de la presa; pues, siendo muy pequeña la pendiente del cauce de conducción de las aguas claras, pronto viene el enronamiento del mismo al paso de las turbias procedentes de la limpia; superando en muchas ocasiones el gasto de la monda que habría de hacerse al beneficio que se obtendría continuando en actividad las industrias.

"Como consecuencia de lo expuesto, la época más oportuna para efectuar las limpias es la que media entre primero de noviembre y últimos de febrero, no habiendo podido prolongarse ninguna de las que se han hecho más de veinticuatro días, por atender a la imperiosa necesidad del riego con aguas claras.

"Los arrastres se depositan, como ya hemos dicho, en toda la longitud de la vaguada, desde el muro hasta la cola del embalse, con pendiente longitudinal hacia la presa. En sentido transversal, en una y otra ladera, aparecen igualmente con inclinación, más o menos sensible, en dirección a la vaguada.

"Abiertas las galerías o túneles de fondo para proceder a la limpia, las aguas salen cargadas de los tarquines que recientemente se hallan acumulados en las inmediaciones de las bocas de entrada; pero pasado este primer período, que ordinariamente oscila entre diez y quince minutos, aquéllas se aclaran, y así continúan hasta que en el vaso queda descubierta una gran superficie. En este momento las aguas van abriendo en los légamos surcos que, profundizándose y ensanchando al mismo tiempo, forman barranqueras, sobre las que se desprenden témpanos de tarquín; éstos, al rodar en la corriente, se convierten en grandes bolos, que, según su magnitud o la distancia desde donde son arrastrados, se disuelven parcial o totalmente antes de llegar a las entradas de las galerías. Como en éste, que pudiéramos llamar segundo período, la cantidad de légamos que afluyen es tal que la corriente parece sólo constituída por materia sólida en movimiento, se hace preciso, para evitar atascamiento

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

o taco en los túneles, que se limite la salida a uno solo, a fin de dejar algún embalse en el que puedan diluírse aquéllos.

"Otro motivo para hacer la operación del modo que indicamos es el peligro del corrimiento de grandes masas cerca de las bocas de entrada de las galerías, si en los últimos 20 ó 25 metros de altura, en que la capacidad del pantano es relativamente pequeña, se desalojase bruscamente el agua para dejarlo en seco. A pesar de las precauciones ya dichas, muchos de los bolos no se disuelven y continúan rodando por el fondo hasta entrar en el túnel, donde se conglutinan, dejando escapar pequeñas cantidades de agua y saliendo al exterior como un gran prisma de barro moldeado, que, acumulándose, llega a veces a obturar la galería; entonces se hace preciso emplear obreros que, armados de barras y rastros, vayan dejando expedita la salida; pero cuando resulta esto infructuoso, la pequeña corriente líquida queda cortada, y detenido el movimiento de los tarquines, viene el atascamiento, llamado aquí *taco,* fenómeno que tiene más probabilidades de producirse cuanto mayor es el espacio de tiempo transcurrido de una a otra limpia. Si este accidente no se presenta, o si el taco rompe, la limpia continúa, y bien pronto queda el pantano en seco, dando principio el tercer período.

"En éste, las barranqueras de que antes hemos hablado se profundizan, especialmente en la parte próxima a la entrada de las galerías, formando como un escalonado que va avanzando de abajo a arriba, con diferencias de altura cada vez más pequeñas, hasta llegar a una pendiente continua. De las márgenes de este cauce abierto en los légamos se desprenden grandes trozos de aquéllos, que son arrastrados de la manera que explicamos en el período anterior; a veces se unen las márgenes, deteniendo la corriente, hasta que la altura del embalse parcial rompe o salva el dique, deslizándose entonces las grandes masas como avalancha que se dirige al punto de desagüe. Al penetrar en el túnel, puede ser éste insuficiente para darle paso; y si esto ocurre, sobreviene en el momento el atascamiento o taco.

"Si en la formación del taco sólo entra el tarquín, la presión a que generalmente suele romper es la comprendida entre 20 y 27 metros de carga; pero cuando se nota que, excediendo de ella, no acusa movimiento alguno, se procede a cerrar la compuerta de aguas arriba para examinar el túnel; sucediendo en la mayor parte de los casos que el obstáculo está formado por uno o más peñones que impiden la fácil salida de los légamos, quedando éstos detenidos.

"Para desatorar la galería es preciso romper con herramientas manejadas a brazo los peñones que no quepan en el estrechamiento del marco de la compuerta pequeña, o aquellos otros que no puedan

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

voltearse para sacarlos al exterior; operación pesada por lo reducido del espacio en que se ha de ejecutar, y en la que deberá renunciarse al empleo de explosivos.

"Limpio el túnel, se abre la compuerta grande, dejando transcurrir algunas horas para que el taco, formado desde el cajero a la base de entrada de la galería, pueda romper. Si así no sucediera, se cierra la compuesta pequeña, y el espacio cerrado que queda entre aquélla y el taco, se pone en comunicación con los grifos por el tubo de contrapresión, a fin de que el agua a presión penetre en las paredes de éste, le ablande y facilite su deslizamiento. Durante esta maniobra, debe dejarse una pequeña abertura en la compuerta de agua abajo, para dar salida a la parte de tarquín que se deshaga. Después se abre ésta, y si durante algunas horas no se percibiese indicio de movimiento, vuelve a repetirse la operación, a la que se le da el nombre de *enjuague,* y así se continúa algunas veces hasta obtener un resultado favorable.

"En algunos casos, los tacos fueron de tal importancia, que, después de grandes trabajos, sólo rompieron cuando la altura del embalse era ya considerable.

"Como ejemplo más notable citaremos el atoramiento de los túneles 2 y 3 en el desagüe total de enero de 1893. En el primero rompió el taco a los veintiséis días, con 34,69 metros de altura del embalse, y en el segundo, a los dos meses y once días, con 40,19 metros de altura. En la limpia de febrero de 1898 también quedó atascada la galería número 3 con un peñón, y no obstante haberlo roto, dejándola con ello expedita hasta donde aquél se encontraba, no se desatoró hasta el décimo día, en que la altura del agua alcanzó 32,80 metros.

"Debemos observar que los atascamientos son tanto más difíciles de vencer cuanto mayor es el tiempo transcurrido de una a otra limpia, como sucedió en la de 1893, que correspondía a un período de nueve años, y en la de 1898, a otro de cuatro.

"Los tres desagües restantes, en los que el espacio de tiempo no excedió de un año, se verificaron sin incidente alguno que merezca anotarse.

"Continuando el estudio de todos aquellos fenómenos que se relacionan con las limpias, no creemos aventurado exponer que los tarquines se deslizan lentamente hacia los puntos bajos, con movimiento análogo al de los glaciares. De este modo se explica cómo bloques o peñones desprendidos de las laderas, que, al caer, quedan entre los légamos a distancia más o menos grande de la vaguada, pasado algún tiempo, llegan a ésta, continuando su avance hacia la

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

presa. Se comprende igualmente que allí donde la superficie en que descansan los tarquines sea horizontal o de pendiente muy pequeña no habrá movimiento alguno.

"Volviendo ahora a fijar nuestra atención en los accidentes que se producen en las galerías de desagüe, nos parece ocioso hacer resaltar la gravedad que encierra el caso de que aquéllas se inutilizasen, considerando solamente que la prolongación de la vida de un pantano está íntimamente ligada con el buen funcionamiento de los desagües de fondo; y que el peligro apuntado puede llegar, pruébase con lo acaecido en enero del 93, en que los dos túneles quedaron atascados durante veintiséis días, en cuyo espacio de tiempo, de presentarse una riada, el depósito de tarquines sobre las bocas de las galerías hubiese dificultado mucho más la rotura de los tacos, hasta hacerla quizá imposible; de igual modo lo hubiera sido si en este, como en otros pantanos, la altura disponible no excediera de 34 metros.

"De todo lo que llevamos expuesto sobre limpias se desprende cuán necesario es hacer aquéllas con frecuencia, a fin de expulsar del embalse la mayor cantidad posible de tarquines, y para evitar o hacer menos graves los accidentes que en ellas se presenten.

"El número de galerías de fondo deberá ser el de dos o tres, para prevenir el caso de inutilización, para dar amplitud al desagüe y para regular las crecidas. Cuanto mayor sea la sección de aquéllas, tanto más se facilitará la salida de los materiales depositados; pero ya hemos visto que esta ventaja queda compensada con los inconvenientes que presentan las maniobras en los grandes vanos. Creemos, sin embargo, que podrían armonizarse ambas cosas del modo siguiente: estableciendo dos desagües de fondo de igual forma, dimensiones y mecanismos que los del pantano de que nos ocupamos, y un tercero, mayor, destinado exclusivamente para la limpia, no abriéndose en el desagüe total hasta que la altura del embalse se reduzca a 20 ó 25 metros, o bien en el momento de quedar en seco, con lo cual el esfuerzo para su manejo quedaría dentro de los límites ordinarios.

"Otra de las precauciones que se toman es la de ir rompiendo todos aquellos peñones que aparecen entre los tarquines, cuando éstos adquieren la consistencia necesaria para trabajar sobre ellos.

"A continuación presentamos dos estados sobre las limpias: el primero es un resumen de las verificadas hasta el día, y en el segundo se detalla la última de aquéllas:

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

DESAGÜES TOTALES DEL EMBALSE

Mes.	Año.	Duración.	Aportación de los ríos en metros cúbicos.	Tarquín arrojado. — *Metros cúbicos.*	OBSERVACIONES
Enero.....	1893	23 horas	3	816.019	Se suspendió por atascamiento de los túneles.
Diciembre.	1894	23 días.	8	4.500.000	»
Febrero...	1898	15 horas	7	»	Se suspendió por atascamiento de los túneles a causa de dos grandes peñones.
Noviembre.	1898	10 días.	4	1.021.310	»
Idem.....	1900	24 días.	4	4.474.563	»
TOTALES.....		58 días.		10.811.892	

TARQUÍN ARROJADO DESDE EL EMBALSE DURANTE EL QUINTO DESAGÜE TOTAL DEL AÑO 1900

Mes.	Día.	Hora.	Altura del embalse. — *Metros.*	Aportación de los ríos por primer (limpio). — *Metros cúbicos.*	Tanto por 100 de tarquín arrojado.	Tarquín arrojado entre dos observaciones. — *Metros cúbicos.*
	28	7 m.	34.72	14.916	»	»
	29	7 m.	28.79	10.015	20	815.600
	29	7 3/4 m.	28.46	6.000	20	24.840
Octubre....	29	9 1/2 m.	28.46	5.927	20	3.340
	»	11 1/2 m.	28.45	8.000	20	15.215
	30	7 m.	27.67	6.500	20	185.180
	»	2 t.	»	6.500	56	478.576
	31	7 m.	»	5.000	68	650.250
	1	7 m.	»	3.615	45	255.540
	2	7 m.	»	3.615	38	191.270
	3	7 m.	»	3.615	32	146.981
	4	7 m.	»	3.615	25	104.112
	5	7 m.	»	3.700	23	95.748
	6	7 m.	»	3.750	22	91.385
Noviembre.	7	7 m.	»	3.800	20	82.080
	8	7 m.	»	3.850	20	83.160
	9	7 m.	»	3.900	21	83.572
	11	7 m.	»	4.000	15	121.976
	13	7 m.	»	4.100	16	134.948
	19	7 m.	»	4.200	15	384.225
	20	9 1/4 m.	»	4.200	15	70.041
	3	4 t.	26.10	160.797	2.87	33.269
	3	8 n.	23.95	55.929	5.20	20.103
	4	8 m.	»	167.788	20	151.200
Diciembre.	5	7 m.	»	321.595	27	118.946
	6	7 m.	»	335.577	13	50.144
	7	12 n.	»	573.278	11	70.854
	8	2 t.	15.85	195.754	»	»
TOTAL.....						4.474.563

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

"Un medio que, a nuestro juicio, haría más eficaces las limpias sería el de establecer un canal de aguas claras que circunvalase gran parte del embalse, con las brencas y tablachos necesarios, para arrojar el agua en forma torrencial sobre aquellos puntos donde la acción de los desagües totales pueda considerarse como nula. Dadas las condiciones del pantano de Puentes, la capacidad del canal para un gasto de 4 ó 5 metros cúbicos por un segundo la consideramos como suficiente.

"No tenemos noticia de que obra semejante a la propuesta se haya construído; pero todo hace pensar que en aquellos sitios adonde se dirija la corriente de la manera ya indicada, se hará perfectamente la remoción de los tarquines, y éstos serán arrastrados al exterior.

"Tratando ahora de un modo general la cuestión de limpias en los pantanos, opinamos con la mayoría; esto es, que no está resuelto dicho problema. Testimonio de ello encontramos en el de la localidad, donde si en los primeros años no se hicieron desagües totales por dificultades que no son del caso examinar, en cambio, desde 1893, la Empresa concesionaria de esta obra no ha perdonado medios para evitar los depósitos, expulsando la respetable cifra de 10.811.892 metros cúbicos ya acumulados; a pesar de lo cual todavía quedan unos 7.000.000 de metros cúbicos; cantidad que se aproxima a la cuarta parte del volumen máximo del embalse. ¿Podría deducirse de este resultado que en doble tiempo de servicio aumentaran en igual proporción las materias depositadas? Nos atrevemos a afirmar que no. En primer término, porque al elevarse el nivel de aquéllas en el vaso, la pendiente general, con relación al punto fijo de desagüe, aumenta, y con ella la velocidad de la corriente y su fuerza de arrastre, que en la práctica viene a traducirse en mayor facilidad para el arranque y transporte de los légamos.

"Otra de las razones que nos hacen suponer que el aumento ha de ser mucho menor que el correspondiente a una progresión aritmética del tiempo y el volumen de los depósitos, es el mejor conocimiento que después de los años transcurridos se tiene del régimen de los ríos, de sus avenidas, de los mecanismos para los desagües, de las dificultades que en ellas se presentan y manera de vencerlas, y de todos aquellos medios que forman un verdadero sistema preventivo para detener el avance en la altura de los tarquines.

"Como consecuencia de lo que llevamos dicho, resulta: 1.º Que los pantanos, en los regadíos donde las necesidades de éstos impiden tener largo tiempo abiertas las galerías de fondo, requieren grandes cuidados para evitar su entarquinamiento.—2.º Que, dada la perfección de los mecanismos de que hoy se dispone, puede prolongarse la vida de esas obras, si no indefinidamente, acaso el tiempo bastante para dar solución económica al problema que estudiamos.—Y 3.º Que en los

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

pantanos destinados exclusivamente a regular crecidas, la cuestión se simplifica dejando casi constantemente abiertos los desagües de fondo, que sólo deberán cerrarse parcial o totalmente cuando importe regular la crecida de un modo distinto a como se verifica estando levantadas las compuertas, o ya eventualmente en algunas otras ocasiones.

"De estas obras pudiera decirse que el servicio que prestan le prestarán por tiempo indefinido, si un accidente fortuito no las inutiliza. Así se ve que el pantano de Valdeinfierno, donde, al rehabilitarlo para regulador de crecidas, no se colocaron compuertas en su túnel de fondo, dispone actualmente de mayor capacidad que antes de terminar el recrecimiento del muro, pues no solamente ha dado salida por la amplia galería de desagüe a los arrastres de aquéllas, sino que al mismo tiempo han limpiado una buena parte de los tarquines largo tiempo acumulados en él.

"Resumiendo aquello que más interesa señalar, podríamos establecer las siguientes

"CONCLUSIONES

"1.ª El número de galerías de desagüe deberá ser el de dos o tres.

"2.ª En ellas se reforzarán con materiales de gran dureza aquellos puntos que estén sometidos al choque de los filetes líquidos.

"3.ª Se colocarán en la parte superior de las galerías tubos respiraderos para evitar los detonaciones o cañonazos.

"4.ª Los mecanismos de las compuertas de fondo se maniobrarán por un acumulador u otro medio que haga rápidas y fáciles las operaciones, y además, por aparatos más sencillos, para prevenir el caso de averías en los primeros.

"5.ª En el momento de iniciarse una crecida, se abrirán las galerías de fondo, y así permanecerán hasta que el agua salga clara.

"6.ª Las limpias en el embalse se practicarán cuantas veces se encuentre ocasión oportuna.

"7.ª Debería establecerse en los nuevos pantanos una galería de fondo de mayores dimensiones que las otras, destinada exclusivamente para las limpias.

"8.ª Que, como medio auxiliar para hacerlas más eficaces, convendría ejecutar un canal de aguas claras que circunvalara el embalse, para dirigir aquéllas a los puntos adonde no llegara la acción de las llamadas "limpias naturales"; y

"9.ª En los pantanos que sólo prestan el servicio de reguladores de avenidas, las galerías de fondo permanecerán siempre abiertas, no cerrándose sino en casos muy excepcionales y por poco tiempo.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

"Algunos años después, la Empresa del pantano de Puentes hizo un ensayo del procedimiento propuesto por nosotros, construyendo dos trozos de canal que, partiendo de la cola del pantano y tomando las aguas de los ríos Vélez y Lucher, cerca de su confluencia, se dirigían a cada una de las laderas en una longitud de unos mil metros, desembocando sobre puntos a que no afectaban las limpias naturales. Según referencias, los resultados fueron satisfactorios; es decir, que las aguas arrojadas sobre los tarquines en forma de torrente los removieron y arrastraron al exterior; pero, como ya hemos manifestado, en pantanos como el de Puentes de Lorca, dedicados exclusivamente al riego y donde las aguas escasean extraordinariamente en Primavera y Estío, la cuestión de limpias se hace difícil, pues a los inconvenientes ya anotados hay que añadir la oposición de los regantes, ante el temor de no almacenar durante el Invierno (época la más favorable para hacerlas) el agua necesaria para sus cultivos, así como la de los dueños de aprovechamientos de saltos de agua, quienes durante las turbias paralizan algún tiempo sus industrias por entorpecimiento de los cauces de entrada y salida de las turbinas.

"Claro es que el regante no se da perfecta cuenta de que estas limpias son indispensables para prolongar la vida del pantano que, de otro modo, va reduciendo poco a poco su capacidad; y decimos *poco a poco* porque, a pesar de todas las deficiencias señaladas en la explotación, y después de treinta y cinco años de funcionamiento, todavía dispone de unos 20 millones de metros cúbicos de embalse, y, por tanto, no hay indicio alguno de su *próximo fin.*

"Y ya que de esto hablamos, conviene recordar que en el último Congreso de Riegos, en Sevilla, un distinguido Ingeniero manifestaba "que las aguas turbias de este pantano eran rechazadas por los regantes", y a esto hemos de oponer que, excepto la pequeña zona dedicada a hortalizas, y sólo cuando está ocupada por esas plantas, en todo lo demás del regadío aquellas aguas son muy solicitadas y compradas a buen precio para el mejoramiento y abono de las tierras.

"En el año 1911 publicó el distinguido Ingeniero D. Próspero Lafarga unos artículos en la *Revista de Obras públicas* sobre "Los rie-"gos en Elche"; y al tratar de limpias en el pantano de este nombre, expone ciertos datos interesantes que hemos creído oportuno unir a nuestro modesto trabajo, y que a continuación copiamos:

"En Argelia se ha pretendido limpiar algunos pantanos diluyendo previamente los tarquines en el agua del embalse y extrayéndoles después con varios sifones.

"La dificultad de poder provocar aguas arriba del sifón la mezcla de agua y fango, ha determinado el fracaso de los intentos hechos en

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

este sistema, pues ni el aparato de Calmels, ni el de Tremaux, ni el de Souleyre, ni el de Jaudin, ni otros muchos ensayados, han dado resultados satisfactorios, aparte de su elevado coste.

"Si por las laderas que limitan un embalse descendieran varios torrentes que se precipitaran sobre el pantano, es evidente que las aguas atacarían los légamos acumulados en los lados, y que a poco que se ayudase con remociones parciales, el embalse quedaría limpio en la zona donde esto es más difícil.

"Pero no existiendo estos torrentes naturales, lo primero que se ocurre es crearlos a expensas de las aguas del embalse mismo, y esto es precisamente lo que hemos practicado en el pantano de Elche.

"Para ello se ha construído un canal lateral, que tomando las aguas en el río Vinalapó un kilómetro aguas arriba de la cola del embalse, por medio de una pequeña presa de derivación, circunda el vaso del pantano. Este canal tiene su rasante al final de su trazado, a ocho metros sobre la coronación de la presa, y, por consiguiente, en cualquier punto de su trayecto hay suficiente desnivel entre su solera y los légamos, para que la caída del agua produzca seguro efecto sobre éstos.

"En distintos puntos del canal se han dispuesto abundantes compuertas que, maniobradas a tiempo, determinarán otros tantos puntos de ataque de los légamos.

"Los detalles de esta obra se describen en el artículo 7.° con algunas vistas de la misma.

"Construída que sea en el pantano de Elche la compuerta de limpia, cuya necesidad tanto hemos puesto de relieve, nada más sencillo que acometer la limpia de este pantano.

"De los dos períodos de avenidas del río Vinalapó, que, como antes se dijo, corresponde el uno al Otoño y el otro a la Primavera, deben destinarse las aguas del primero a las limpias, las cuales deben sujetarse al siguiente régimen:

"Todos los años debe abrirse la compuerta de fondo durante los meses de octubre y noviembre, que es cuando por las necesidades del Verano el embalse queda completamente vacío.

"En el instante en que se presente una avenida deben asimismo abrirse las compuertas del canal lateral por grupos de a dos o tres, empezando por las inmediatas a la presa, y al mismo tiempo que la corriente del río se encarga de excavar un canal en el eje del embalse, los torrentes que el canal lateral origine irán abriendo cauces normales al río, quedando así dividida la superficie aterrada en cuadrículas que una brigada de obreros se encargará de remover y empujar hacia la corriente principal.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

"Esta operación durará todo el tiempo que la avenida dure, suspendiéndola tan pronto como el río recobre su régimen normal, el cual, no excediendo de 2.000 litros por segundo, no ha de proporcionar nunca caudal suficiente para alimentar el cánal y mantener al mismo tiempo la corriente en el eje del embalse.

"La mayor o menor rapidez en limpiar el pantano depende de la frecuencia de las avenidas otoñales y de su duración; pero cualquiera que sea la intensidad de estas dos causas, es seguro que continuando con tesón esta tarea, se conseguirá con poco coste en ocho o diez años lo que en las antiguas condiciones de este embalse no se hubiera conseguido nunca sin grandes desembolsos.

"El sistema de limpia que se va a aplicar en Elche, utilizando el canal lateral que rodea el embalse, no se ha aplicado, que sepamos, hasta la fecha a ningún pantano de España, y aunque a primera vista pudiera achacársele el inconveniente de resultar caro en su primer establecimiento, los gastos que ocasione su construcción son altamente reproductivos.

"En primer lugar, raro es el pantano en el que, por muy impermeable que resulte el vaso, no existan fugas de agua. Estas fugas no tienen gran importancia cuando en el río que alimenta el embalse se dispone de un caudal normal de consideración; pero cuando este caudal es de 1.000 litros por segundo, como ocurre en Elche y en el 50 por 100 de los pantanos de España, entonces es del mayor interés evitar que, al penetrar en el embalse el caudal normal del río, se pierda dentro del vaso parte de dicho caudal, por pequeño que sea.

"En Elche estas pérdidas alcanzan hasta el 30 por 100.

"Como el servicio de los riegos es constante, servirá perfectamente este canal lateral para derivar las aguas normales del río, sin temor a pérdida alguna en el embalse, ni por evaporación ni por filtración, quedando éste relegado exclusivamente a almacenar el caudal de las avenidas para emplearlo en los riegos de Verano.

"El canal lateral representa, pues, desde este punto de vista, en el pantano de Elche, un aumento efectivo de agua normal, por lo menos, del 30 por 100, y, por lo tanto, la construcción de este canal ha producido un aumento efectivo mínimo del 30 por 100 del capital inherente a la propiedad del agua.

"En segundo lugar, terminado el trazado de estos canales en las inmediaciones de la presa del embalse, y aguas abajo de ésta, se crea forzosamente un salto que representa dinero, pues excepto en el período de limpias, podrá aprovecharse constantemente en dicho salto el caudal normal del río.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

"El salto creado en el pantano de Elche es de 29 metros, con un caudal medio de 1.000 litros por segundo.

"Por último, con el auxilio del canal lateral, el coste de las limpias del pantano se reducirá considerablemente, toda vez que el agua, convenientemente dirigida, será el agente único que intervenga.

"Y no se objete que el caso por nosotros ensayado es de los que más se prestan para la construcción de estos canales.

"Las dificultades a vencer han sido muchas, como muy claramente se demuestra en el artículo consagrado a la detallada descripción de este canal, y aun así y todo, no hay hoy en Elche quien dude de los eficaces y positivos resultados que producirá, tanto en la mejora de los riegos, como en el capital representado por la propiedad de las aguas del pantano.

"De cuanto se concluye de exponer se desprende que las reglas prácticas a que deben sujetarse las limpias del pantano de Elche son las siguientes:

"1.ª Dotar ante todo a este pantano de una compuerta de limpia en substitución del actual portón de cierre.

"2.ª Aprovechar las avenidas de Otoño para las limpias del pantano. Para ello se dejará abierta la compuerta de limpia apenas se presenten las lluvias otoñales, siguiendo en este estado durante dos meses.

"3.ª En este período se tendrá especial cuidado de abrir las compuertas del canal, siempre que se presente una avenida, ayudando la acción de las aguas sobre los légamos con la remoción de éstos por brigadas de obreros hábilmente dispuestas.

"4.ª Pasadas las lluvias de Otoño, se cerrará la compuerta de limpia, dejando para el servicio de los riegos de Invierno el agua que el canal lateral conduzca, y almacenando en el embalse las avenidas de Invierno y Primavera, con lo cual irán mejorando de año en año los riegos de Verano, a medida que por efecto de las limpias vaya aumentando la capacidad del embalse.

"Independientemente del caso particular del pantano de Elche, puede sentarse con carácter general, en España, que el problema de las limpias quedará resuelto o, por lo menos, muy atenuado con las prescripciones siguientes:

"1.ª Dotar la presa de muchas compuertas de fondo manejables todas desde una galería inmediatamente superior a ellas.

"2.ª Destinar todo el caudal del río durante el Otoño a la limpia de los tarquines.

"3.ª Ejecutar en todo el recinto del embalse un canal que, dominando los légamos desde cierta altura, vaya provisto de trecho en trecho de compuertas.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

"Con estas prescripciones, unidas a una dirección inteligente que acometa con oportunidad el ataque a mano de los légamos, puede asegurarse que los aterramientos del embalse donde tales precauciones se tomen quedará reducido a límites insignificantes."

"Como puede verse, sobre todo en las partes subrayadas, coincide el Sr. Lafarga con mi propuesta (en 1901) de limpias de pantanos; esta opinión del ilustrado Ingeniero corrobora que el procedimiento sería eficaz. Si a esto añadimos el éxito obtenido en el pequeño ensayo del pantano de Puentes, estimamos que se ha dado un paso gigantesco en la solución del problema de que nos ocupamos, no atreviéndonos a darlo por resuelto porque nos falta la sanción del tiempo, ya que en el citado pantano de Elche no se ha construído todavía la compuerta de fondo que es necesaria para las limpias.

"ATASCAMIENTO O TACO EN LOS TÚNELES DE DESAGÜE

"Ya hemos indicado que uno de los accidentes que pueden ocurrir durante la limpia de pantanos, especialmente en los destinados a riegos, es el atascamiento o *taco* en las galerías de desagüe, y la gravedad que puede tener para la vida de los pantanos si, como sucedió en el de Puentes, afecta a todas ellas.

"El procedimiento, en general, es dejar que se eleve el nivel del agua del embalse para que a una cierta presión rompa el taco; pero como no puede determinarse a priori esta presión, y bien pudiera llegar el caso de ser insuficiente la altura de la presa para desatacarlas, ocasionando un serio conflicto si coincidieran crecidas en los ríos de alimentación, hemos pensado en un procedimiento que, a nuestro juicio, daría buen resultado.

"Para ello, se pondría en comunicación la galería, en su parte alta o clave, y por medio de tubos de acero de 20 a 30 milímetros de diámetro, convenientemente espaciados, con un depósito de agua colocado a una altura muy superior a la de la presa, o, mejor, con un potente inyector.

"De este modo, al sobrevenir el taco, se abriría la comunicación con el tubo más próximo a la boca de salida del túnel o galería, y obrando el agua a gran presión, se conseguiría romper el *taco* en esa parte; y así se continuará en las secciones restantes hasta que el agua represada en el embalse se comunicara con la galería, en cuyo instante se iniciaría la salida o rotura total del taco; pues la práctica demuestra que, momentos después de percibirse un pequeño chorro o filete de agua por la boca de desagüe, pronto son arrastrados los materiales que la obstruyen.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

"Réstanos someter nuestro modesto trabajo al examen y juicio del ilustrado Congreso Nacional de Ingeniería."

El Sr. BILLINGS hace algunas observaciones sobre el asunto, indicando que en las presas de gran altura, por resultar el problema de la limpia de muy difícil realización, debe considerarse limitada la capacidad del vaso a partir de un determinado nivel bajo el cual debe destinarse el espacio comprendido entre este nivel y el fondo como depósito del légamo que se acumule, para hacer bastante remota la necesidad de la limpia.

El Sr. PRESIDENTE advierte que no hallándose presente el autor de esta Memoria, no procede continuar su discusión.

El Sr. ORBEGOZO, como cuestión previa, indica la conveniencia de hacer conocer a los congresistas, de antemano, los asuntos que se expongan para que puedan discutirse con mejor conocimiento que el que puede obtenerse por su lectura, a cuyas manifestaciones se adhiere el Sr. SANTA CRUZ.

El Sr. PRESIDENTE indica que los asuntos presentados son de muy diversa índole, y que sólo deben ser objeto de discusión detenida los que por sus conclusiones la requieran, limitándose, en los demás casos, a darse por enterados, sin perjuicio de que sean impresos más adelante los trabajos, según se acuerde por la Comisión respectiva, para conocimiento de todos los Congresistas.

A continuación lee el Ingeniero Industrial D. MARIO MARTINEZ Y RUIZ DE LA ESCALERA la siguiente Memoria, que no es objeto de observación alguna:

"EXTRACTO DE UN TRABAJO SOBRE APROVECHAMIENTOS DE NUESTROS RIOS

Por D. Mario Martínez y Ruiz de la Escalera.

INTRODUCCION

Partiendo de dos premisas: la realidad del porvenir industrial de España, y la necesidad de conseguir indepedencia económica, se deduce inmediatamente la necesidad de estudiar el problema de la energía.

Con un ligero bosquejo de nuestras disponibilidades de energía y el consumo probable, mejor aún, posible de carbón en la Marina y fábricas siderúrgicas, se llega a la conclusión siguiente: nuestro déficit de carbón subsistirá amplificado, y es preciso aprovechar bien nuestros ríos.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

RIEGOS

España es país eminentemente agrícola.—Con unas pocas cifras se prueba el aserto de este conocido tópico, y al mismo tiempo, se rebate el que dice: "España es un vergel."

Unas ligeras consideraciones sirven para convencerse de que España tiene que seguir siendo un país agrícola y de la necesidad de regar nuestro terreno.

Cantidad de agua disponible.—Unos cálculos aproximados, pero largos y penosos, me han conducido a fijar el coeficiente medio de agua recogida y su relación con el coeficiente pluviométrico.

En distintas hipótesis se fija la cantidad de terreno que podría regarse con toda el agua susceptible de recogida, y en ningún caso es excesiva esta superficie.

No se puede dilapidar el agua; y propongo, como primer trabajo a realizar, la determinación del terreno que deba regarse con la cantidad de agua necesaria para ello, indicando cuáles son los terrenos en que mayor beneficio producirá el riego, al mismo tiempo que las divisiones Hidráulicas determinen con precisión la cantidad de agua de que disponemos.

¿CÓMO DEBEMOS CONSTRUIR LOS PANTANOS?

Después de señalar la imposibilidad de elección en muchos casos en que el terreno se impone, se deja hablar al dinero, estudiando lo que vale un pantano por cien metros de altura aprovechables para la producción de energía, y resulta que por cada metro cúbico embalsado, un pantano rinde un beneficio de *0,10 pesetas* anuales, en la hipótesis de que el caudal utilizable sea igual al máximo aprovechable para la producción de energía, y éste doble del de estiaje.

Relacionando esta cifra con las anteriores, se hacen algunas consideraciones sobre la imposibilidad de seguir un criterio general en la construcción de pantanos, salvo el de su mejor rendimiento.

Capital necesario.—Con datos medios se fija el capital necesario para pantanos y canales en *1.132,50 pesetas* por hectárea.

Momento oportuno.—No siendo muchas las disponibilidades de agua, es preciso procurar el mayor beneficio para España, lo que exige estudio detenido, que durará algún tiempo.

Pero no deben estudiarse solamente los asuntos técnicos, sino los financieros y los hombres que han de efectuar los proyectos.

En el estudio del factor hombre he de resumir menos.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Nuestro Rey merece un elogio que los ahorra todos.

Ha conseguido, no solamente sostener, sino elevar a España contra la mayoría de los españoles, que, unos por omisión, y otros por acción, han hecho lo posible por hundirla.

Ingenieros y obreros no fallan; de los primeros aseguro que están dispuestos a todo.

La masa, buena en sí, está adormecida, y es necesario despertarla por medio de la propaganda.

Pero fallan los políticos.

Parte de la culpa, quizá la mayor parte, es de la masa, que, en el momento en que parecían cambiar, adecentándose, nuestras costumbres políticas, no actuó con la energía debida.

Mientras las costumbres políticas no cambien, es imposible todo plan aceptable."

D. CONRADO GRANELL expone su trabajo sobre "Esbozo de proyecto para hacer navegable el río Júcar entre Alcira y Cullera", al cual hace atinadas objeciones el Ingeniero-Jefe de la División hidráulica del Júcar, Sr. Jimeno, distinguiendo entre la conveniencia de evitar las inundaciones producidas por las lluvias y la de hacer navegable el río en la forma propuesta por el Sr. Granell.

El Sr. URIARTE, Maestro de Obras militares, explica su Memoria, que dice así:

"EXTRACTO DE UN TRABAJO SOBRE "ESTUDIO DE DIQUES DIAFRAGMATICOS"

Por D. Gorgonio Uriarte.

Los *diques de paramento continuo,* sean éstos monolitos, a base de bloques-sacos o de grandes cajones-bloques, al ser atacados por la ola, cuya presión se multiplica por 84, según Stevenson, se verifica una compresión cinética de 302,4 kilogramos por centímetro cuadrado.

Dicha multiplicación se realiza por haberse comprimido al pie del muro el aire compelido por la ola en su avance, desarrollando por metro de línea de ataque 7.139 calorías, deflagrándose el aire por desarrollar una temperatura teórica de 32.481° c.

Si se elimina dicha multiplicación de la componente horizontal y las causas que la producen, hay gran facilidad para construir diques estables.

Los sistemas de rotura extemporánea de la ola, antes de que ésta choque con el muro, no han dado resultado, porque creciendo aquélla

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

cuando hay un cierto fondo, como éste es variable según el crecimiento o decrecimiento de la marea, no han dado solución satisfactoria.

Los *diques de claraboya* carecían de fundamento científico que fraccionara la masa de agua de la ola y a la vez anulara la fuerza de choque de esas fracciones estudiadamente; por eso fracasaron.

El sistema de *bloques en escollera arrojados a granel* tampoco ha dado resultado eficaz, pues que, al caer de un modo indefinido, quedan en *posición regular,* que resulta una colocación normal, y su trabajo se reduce casi a un muro de paramento continuo; en *posición favorable,* que es cuando el frente de ataque está inclinado de este lado, dejando su lecho de junta mayor abertura por el trasdós, con gran facilidad da salida al agua o aire que penetró a presión por la junta de ataque sin verificar *subpresión,* y en *posición perjudicial,* que es cuando el frente de ataque está inclinado hacia el trasdós, dejando su lecho abertura por el frente batido, y como penetra agua o aire a presión por esa abertura a causa del tendido del lecho, se verifica subpresión, según la Ley de Pascal.

En esta posición, un bloque de 6,00 metros de fondo, recibiendo una presión de 3,2 kilogramos por centímetro cuadrado en la abertura, tendría que sufrir una *subpresión* de 9.600 kilogramos por centímetro de línea de ataque, y por metro, 960.000 kilogramos.

Todas las escolleras que tengan bloques en esta posición se desmoronan a causa de esta *subpresión.*

DIQUES DIAFRAGMÁTICOS

Este estudio tiene la virtualidad de fraccionar la masa de la ola, sin permitir esa compresión del aire compelido por la ola en su avance; no ofrece planos de choque; no habrá resaca por descenso de la cortina de agua elevada, porque esto no se ha de realizar, ni habrá olas reflejadas, que producen socavaciones y arrastre de materiales.

En tales condiciones, se compone con elementos de hormigón armado sobradamente capaces de resistir los choques parciales de esas fracciones de masa y anular dichos esfuerzos, consiguiéndose la anulación total de la fuerza viva de la ola.

Es de gran estabilidad y de fácil construcción, resultando de gran economía."

Terminada la lectura del trabajo, añade su autor que tiene presentado un modelo en la exposición del Congreso, en la que podrá apreciarse su funcionamiento.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

El Sr. DIZ TIRADO considera conveniente la visita a esta instalación para formar mejor idea de este trabajo.

El Sr. PRESIDENTE, después de hacer constar el agrado con que han sido oídas las Memorias expuestas, y en vista de lo avanzado de la hora, levanta la sesión de este día, anunciando que la siguiente se celebrará mañana, martes, a las diez.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

ACTA DE LA SESIÓN DEL DÍA 18 DE NOVIEMBRE DE 1919

Se abre la sesión a las diez y cuarto de la mañana.

La PRESIDENCIA invita al Sr. López Franco a que exponga su Memoria, que es la siguiente:

"TRAMITACION DE LOS EXPEDIENTES DE CONCESIONES DE AGUAS

Por D. ANTONIO LÓPEZ FRANCO, *Ingeniero de Caminos.*

Mucho se ha hablado de algún tiempo a esta parte de la eficacia de la legislación actual en materia de aguas al aplicarse a los grandes aprovechamientos hidroeléctricos, en cuya magnitud e importancia no podía pensarse en los tiempos en que ésta se hizo. Sobre tal cuestión se han publicado artículos en muchas revistas, se han redactado proyectos de leyes, y de una manera u otra han dejado oír su pública opinión Ingenieros competentes en la materia y algunos políticos de altura, y casi todos coinciden en tributar un aplauso a la ley de 1879, al amparo de la cual, no obstante su fecha, se han construído todos los actuales saltos de agua hoy en explotación, y se han otorgado concesiones que sirven de base para la construcción futura de otros muchos, pero que es necesario modificarla en algunos puntos, o más bien los preceptos oficiales que substituyen a su reglamento, en el sentido de adaptarlos a las necesidades y tendencias actuales.

Una de las necesidades que más se han señalado es la relativa a la declaración de utilidad pública de estos aprovechamientos, que, a pesar de vislumbrarse en algún artículo de la ley y poderse atener a la definición que para esta declaración se hace en la ley de Expropiación forzosa, hacía falta una disposición oficial que, claramente y sin ningún género de dudas, las comprendiera dentro de este concepto.

Así las cosas, vino la ley de 2 de marzo de 1917, llamada "de Protección a las industrias nacionales", y en ella, por iniciativa de un Ingeniero, Diputado a Cortes, se incluyó la declaración de utilidad pública de todos los saltos de agua mayores de mil caballos, con derecho a la expropiación forzosa de los terrenos ocupados por el embalse de

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

la presa y casa de máquinas, así como de otros aprovechamientos cuya potencia sea menor de la quinta parte. Esto, si bien por el momento satisfizo muchas necesidades, hay que tener en cuenta que el carácter circunstancial y transitorio que tiene esta ley, así como el laborioso expediente que hay que tramitar en el ministerio de Hacienda para cada caso concreto de demanda de protección, están muy justificados para la obtención de las ventajas que para la satisfacción de las necesidades y remedio de las crisis y trastorno sufrido por las industrias en general, motivadas por el período tan anormal que hemos atravesado con la guerra mundial, no puede considerarse nunca como protección concedida a título precario, a una necesidad tan reconocida y que ha sobrevenido con completa independencia de este suceso, resultando desprovisto de fundamento el tener que tramitar, además del expediente indispensable de la concesión en el ministerio de Fomento, otro mucho más complicado en el de Hacienda, sujeto a un programa hecho principalmente mirando a asuntos muy diferentes, y cuya adaptación forzosa resulta, en muchos detalles, artificiosa y desprovista de toda clase de lógica y fundamento. Por esta razón, es imprescindible que este punto se segregue de la ley citada y se ponga en vigor por medio de una disposición oficial de carácter permanente. El Real decreto de 8 de septiembre de 1918, del cual nos hemos de ocupar después, ha satisfecho en parte esta necesidad, haciendo mención solamente de la declaración de utilidad pública y expropiación de los terrenos inundados por la presa, pero omitiendo lo referente a la expropiación de otros aprovechamientos existentes. Se ha señalado además a la legislación vigente el defecto de que ha puesto gran parte de las concesiones de aprovechamiento en manos de negociantes y primistas, cuyas miras principales no son precisamente la realización de las obras, sino hacerse con un derecho cotizable que en un momento dado puede proporcionar un pingüe negocio, estableciéndose con este motivo pugilatos y luchas entre unos y otros, haciéndose peticiones y proyectos con el solo objeto de estorbar la construcción de otros o de buscar una prima; todo lo cual se traduce generalmente en que las obras no se lleven a cabo o en que se construya gastando un capital mayor del necesario; causa de que no sólo los rendimientos legítimos del concesionario, sino las públicas utilidades, sean mucho menores.

Recogiendo todas estas aspiraciones y necesidades, y, a la vez, tratando de corregir los defectos señalados, surgió el Real decreto de 8 de septiembre de 1918, modificando la Instrucción de 14 de junio de 1883, por la que se venía regulando la tramitación de este género de expedientes. En esta disposición se ha tratado de corregir los abusos relativos a los proyectos en competencia; se ha recogido, como ya

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

hemos dicho, lo de la declaración de utilidad pública de los saltos de agua de más de mil caballos, preceptuado en la ley de 2 de marzo de 1917; aclara lo de la concesión de los terrenos de dominio público necesarios para las obras y la cuestión de competencias para otorgar concesiones, así como dicta algunas disposiciones relativas a la inscripción de aprovechamientos; todo ello derivado de la interpretación directa y racional de preceptos que figuran en las leyes de Obras públicas y de Aguas, con un acierto por todos reconocido y con tendencias unánimemente plausibles; no obstante que en la aplicación a la práctica se han de señalar omisiones y necesidad de rectificaciones en detalles, y alguna de éstas se ha hecho ya notar en el poco tiempo que lleva de vigencia el Real decreto. Ahora bien: hay un punto muy esencial, el cual, en la disposición de que hablamos, no sólo no se trata de evitar, sino que más bien agrava, y ésta es la facilidad con que se puede incoar un expediente de este género, con bases falsas y hasta de mala fe; de manera que, cuando esto llegue a descubrirse, ya se ha constituído un estado de derecho y se han creado intereses, muy difíciles de prescindir de ellos y siempre produciendo perjuicios inevitables.

En el preámbulo se dice que para evitar quejas que se han hecho sobre la diversidad de criterio en las diversas provincias, para apreciar si los proyectos presentados son suficientes para la tramitación, se deja en libertad a los peticionarios para presentar los proyectos como mejor les parezca, pero con los datos necesarios para replantear las obras sobre el terreno, desechándose los que no reúnan estas condiciones. La primera parte de esto es lo que, a juicio del que suscribe, constituye una equivocación, puesto que ocurre que, desde que se formula una petición hasta que se informa el proyecto, transcurre un plazo de tiempo sumamente largo durante el cual es admisible el poder hacer una petición improcedente o ilegal o con documentación insuficiente; presentar proyectos incompatibles con otros que tengan ya derechos adquiridos y ostensiblemente mal hechos; pueden aparecer reclamaciones cuya sola comprobación debía bastar para anular la actuación; es decir, sobreviene una aportación de elementos de juicio más que suficientes para poder juzgar las intenciones del peticionario y tomar una determinación, y, sin embargo, resulta que ésta no puede tomarse legalmente hasta después de la confrontación, sin tener en cuenta que durante todo este tiempo se tiene acaparado un derecho, puesto que en el tramo de río pedido no puede incoarse ninguna otra petición sino a resultas de la primera, pudiéndose, por tanto, entorpecer una actuación verdad por otra falsa y malintencionada que buscara los medios de alargar este tiempo, dando lugar, o al desistimiento, o al arreglo mediante una retribución, sin perjuicio de que si después de la

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

confrontación se desestima la petición, presentarse ante el mundo como víctima de la tiranía administrativa, que les ha hecho perder tiempo y dinero inútilmente.

Es evidente que debe estudiarse la manera de procurar que toda petición que tenga un vicio de origen sea desestimada cuanto antes y en cuanto este vicio fuera descubierto; de esta manera se evitaría una buena cantidad de expedientes inútiles, se simplificarían las tramitaciones y, sobre todo, repetimos, no se crearían falsos estados de derecho ni intereses, que más tarde se quieren hacer respetar a toda costa. Además, el descubrimiento de estos vicios debe ser obligación directa de la Administración y no de los particulares a quienes estos vicios pudieran perjudicar, como se pretente hacer hoy día por medio de las informaciones públicas. Se han dado casos de, en los tramos de los ríos que sirven de límite a dos provincias, tramitarse un expediente en una de ellas, y antes de que éste fuera remitido al ministerio de Fomento, formularse en la otra una petición de las mismas aguas, y a pesar de dar conocimiento de ella a la primera provincia, limitarse en ésta a hacer una información pública, cuyo resultado remitieron a la segunda, la cual prosigue la tramitación. El que hizo la primera petición formula la protesta y reclama su derecho de prioridad, con la cual no se hace otra cosa que unirla al expediente, y después de hacerse ambas confrontaciones, se remitirán al Ministerio para su resolución. También se están dando casos de que, no obstante estar perfectamente claro y definido en el Real decreto de referencia el que han de hacerse dos informaciones públicas, una para la presentación de proyectos en competencia y otra para todos los demás efectos, comoquiera que, cuando se trata de modificaciones a proyectos ya presentados, hay casos previstos en el mismo Real decreto en los cuales no se admitirán proyectos en competencia, suprimiéndose, por tanto, la primera información y verificándose sólo la segunda, y, sin embargo, presentarse proyectos en competencia a esta última, cosa a todas luces ilegal, a pesar de lo cual se les da tramitación, haciendo caso omiso de los escritos de protesta que se presenten, los que, como en el caso anterior, sólo se tienen en cuenta para incorporarlos al expediente.

Podría citar aún más casos análogos, que no lo hago por no prolongar demasiado este escrito, y todos ellos han producido el efecto, de que es de conocimiento público el que cualquier petición que se haga, procedente o improcedente, legal o ilegal, completa o incompleta, a base de un proyecto bien estudiado o a base de cualquier parodia o caricatura de proyecto, es admitido en los Gobiernos Civiles y se le da tramitación, dando, por lo pronto, el tiempo suficiente para producir los perjuicios que ya hemos señalado. Además, en la práctica todo esto se

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

complica con la autonomía indebida de que gozan las Secciones de Fomento de los Gobiernos Civiles. Antes, siquiera, en cuanto se formulaba una petición, se pasaba al Ingeniero Jefe de Obras Públicas para que lo examinara e hiciera el bastanteo de documentos, mientras ahora, automáticamente, se publica en el *Boletín Oficial* y no pasan a los Ingenieros hasta el momento de redactar la nota-anuncio para la segunda información pública, habiendo hasta entonces completa inmunidad para retrasar fechas y alargar plazos de acuerdo con personas en ello interesadas, aparte de que se da el caso frecuente de que empleados de esta Sección, aun sin conocimientos técnicos ningunos, se dedican a confeccionar proyectos con datos del Archivo que pueden pasar, gracias a la poca o ninguna personalidad ni responsabilidad que tienen los Ingenieros firmantes y a la facilidad con que se cuenta de antemano para su tramitación.

Con todo esto, el mal que, según el preámbulo, se trataba de evitar no se ha evitado, ni con mucho. En primer lugar, aunque se ha suprimido el trámite del bastanteo de documentos, es evidente que alguna vez hay que ver si éstos son suficientes o no, y, en caso de deficiencia, en unas provincias suspenden la tramitación hasta que se completen, mientras que en otras consideran que esto puede hacerse en cualquier momento del expediente, siempre que sea antes de la concesión. La cuantía del depósito que hay que hacer no se expresaba de una manera fija en la Instrucción de 1883, y en el Real decreto se determina que sea el 1 por 100 del presupuesto de las obras sobre las cuales las leyes de Obras públicas y de Aguas exigen este depósito previo, o sean las que afectan a terrenos de dominio público; y como en la redacción del articulado se omitió involuntariamente la palabra dominio público, en muchas provincias, ateniéndose exclusivamente a la letra del precepto, exigía depositar el 1 por 100 del presupuesto general de las obras, por cuyo motivo se han tenido paralizados bastantes expedientes, a la vez que en otras, interpretando las cosas racionalmente, admitían los resguardos con el 1 por 100 del presupuesto de la parte de las obras que afectan a dominio público, y precisamente por consejo del que suscribe se presentó una instancia en el ministerio de Fomento consultando el caso, y poco tiempo después se dictó una disposición aclarando la cuestión.

Se ocupa también el Real decreto de la inscripción de los aprovechamientos de aguas públicas en los Registros provincial y central, establecidos por el Real decreto de 12 de abril de 1901, y hace un programa complicado para la tramitación de las peticiones de inscripción que, aunque no se dice de una manera expresa en la letra del Real decreto, es evidente que se refiere únicamente a los aprovechamientos que no

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

cuentan con concesión administrativa, o sea a los que se vienen usando a título de prescripción; pero, no obstante, también se ha interpretado de diversa manera en unas provincias o en otras.

En cuanto a lo relativo a que los proyectos sean replanteables, también es seguro que ha de traducirse de muy diversas maneras, según el criterio más o menos escrupuloso del Ingeniero que haga la confrontación; y si esta escrupulosidad se lleva al límite interpretando literalmente la palabra "replanteo", es seguro que serían echados abajo multitud de proyectos, no obstante estar bien estudiados y redactados con los datos suficientes y necesarios para el objeto a que está destinado, que no es precisamente un replanteo por carecer de algunos detalles que se juzguen precisos para efectuar éste. Hay provincias que lo han interpretado en el sentido de que deben hacerse los proyectos con mucho detalle, incluyendo los cálculos y proyectos de construcción de todas las obras necesarias, maquinaria y hasta de los mecanismos para la maniobra de compuertas, registros, etcétera. Esto no debe ser así: lo indispensable, y por lo que no se debía pasar en ningún caso es por proyectos fantásticos, en los cuales se falte a la verdad en configuración de terrenos, aforos, desniveles, etcétera; que se proyecten obras de imposible realización, o que las características principales sean falsas, sin perjuicio, naturalmente, de que en las prescripciones que se impongan figure el tener que someter a la previa aprobación todos los proyectos de detalle que sean necesarios.

Como resumen, proponemos se gestione de la Superioridad se modifiquen las disposiciones actuales que regulan las tramitaciones de aprovechamientos hidráulicos en la forma siguiente:

1.º Todo proyecto que se presente que no sea como consecuencia de una petición previa hecha con arreglo al artículo 9.º del Real decreto de 5 de septiembre de 1918, o por efecto de una información pública en la forma del artículo 10, será desechado en el acto.

2.º En el día y hora en que termine la información pública del referido artículo 10, se presentará al Ingeniero-Jefe el libro de registros de entrada de las peticiones, para que lo señale en forma que no puedan registrarse otras nuevas.

3.º En todas las Jefaturas de Obras públicas se llevará un libro de registro de peticiones y concesiones, con los planos anejos necesarios, para que en cualquier momento, al formularse una nueva petición, pueda comprobarse si las aguas a que afecta están de antemano pedidas o concedidas.

4.º En el caso de que el río sea límite de dos provincias, cualquier petición formulada en una de ellas será inmediatamente comunicada a la otra, para su inscripción en el registro de peticiones o concesiones, o

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

para saber si las aguas estaban de antemano pedidas en aquella provincia, y, en caso afirmativo, denegar la segunda petición.

5.º Las peticiones que se formulen a resultas de la caducidad de otra concesión o título de derecho cualesquiera, no serán admitidas.

6.º Una vez emitidos todos los informes y hecha propuesta por el Ingeniero del peticionario, podrá hacer sobre él las observaciones que crea necesarias, y éstas se unirán al expediente para los trámites sucesivos.

7.º Las deficiencias en los documentos presentados con la petición han de ser subsanadas forzosamente antes de la confrontación.

8.º Además de todo esto, deben dictarse lo antes posible las disposiciones oficiales necesarias para la concesión de una manera permanente y sin necesidad de expediente ninguno en el ministerio de Hacienda, la ventaja que para los saltos de agua de más de mil caballos otorga la ley de 2 de marzo de 1917, y asimismo se aclarará el artículo 3.º del Real decreto de 2 de septiembre de 1918 en el sentido de que para la inscripción de los aprovechamientos en los Registros bastará con justificar tener la correspondiente concesión administrativa, y, en caso contrario, seguir los trámites que se indican en el referido artículo del Real decreto; y, por último, que la revisión de concesiones y peticiones por los Gobernadores civiles a que hace referencia el artículo 7.º se considera obligatoria aun transcurridos los seis meses desde la fecha del Real decreto."

Terminada la lectura, y después de una breve explicación de la Memoria por su autor, se ponen a discusión las conclusiones de su trabajo.

Respecto a la primera, hacen atinadas observaciones los señores BELLIDO y ORBEGOZO, y es aprobada por mayoría. La segunda conclusión se aprueba por unanimidad. En cuanto a la tercera, el Sr. MACHIMBARRENA (D. Alberto) entiende que debe aceptarse, dándole la forma de recomendación. La cuarta es aprobada por unanimidad. A la quinta hacen observaciones los Sres. SANTA CRUZ, AZAROLA, MACHIMBARRENA y MANTECÓN, aceptándose, a propuesta del Sr. Presidente, la enmienda del Sr. Machimbarrena, en el sentido de que no deben admitirse peticiones de concesión de aguas a resultas de otra concesión. La sexta es retirada por su autor en vista de las indicaciones del Sr. Machimbarrena, relativas a la falta de atribuciones de los funcionarios encargados de la información de los proyectos. Respecto a la séptima, hace observar el señor SANTA CRUZ la conveniencia de que las condiciones de la concesión fueran comunicadas al peticionario antes de otorgarse aquélla, para salvar dificultades a posteriori, que podrían perjudicar los in-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

tereses del peticionario. El Sr. MANTECON propone la aclaración de que tal diligencia sea ejecutada, una vez remitidos todos los informes y antes de otorgarse la concesión. La octava es aprobada por unanimidad, así como las siguientes.

El Sr. PRESIDENTE, en vista de las quejas que se le han dirigido por algunos Congresistas sobre las dificultades que ofrece el local donde se celebran las sesiones de esta Sección, y con asentimiento de la concurrencia, propone solicitar del Director de la Escuela de Ingenieros de Caminos un local para que en él sigan celebrándose las sesiones y resulte más eficaz y provechosa la labor emprendida.

A continuación, el Capitán de Ingenieros D. LUIS SIERRA expone su trabajo sobre "Accidentes en las obras de hormigón armado", manifestando que por experiencia ha sentido la necesidad de investigar las causas y poner el remedio posible a los accidentes en la construcción de esta clase de obras, proponiendo que se forme una Comisión técnica para redactar unas "Instrucciones relativas a las obras de hormigón armado".

El Sr. GRINDA hace observar que ya existen Centros competentes obligados a fiscalizar la ejecución de esas obras, dándose por satisfecho con las explicaciones del Sr. Sierra, que indica que la Comisión que él propone habría de ser formada por especialistas competentes en la materia.

Para terminar, el Sr. SIERRA da lectura a un extracto con las conclusiones de su Memoria, que los presentes estimaron acertadas por su espíritu práctico.

"ACCIDENTES EN LAS OBRAS DE HORMIGON ARMADO

Resumen del trabajo presentado por el Ingeniero militar D. Luis Sierra.

De acuerdo con el espíritu del Reglamento del Congreso, desarróllase el tema con un fin práctico, patentizando la necesidad de que se redacten *Instrucciones,* con carácter general y obligatorio, que regulen el cálculo y ejecución de las obras de hormigón armado. Al efecto, el autor estudia el asunto, en términos generales, y examina las causas que pueden motivar los hundimientos, buscando, más que la rigurosa explicación científica, las circunstancias de orden práctico que los determinan, aconsejado, a este efecto, por su experiencia profesional.

Después de señalar la importancia y frecuencia de los accidentes (sin citar casos concretos), se estudian los errores de cálculo y or-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

ganización, recabando que la capacidad de los técnicos esté sancionada con títulos profesionales nacionales; se trata luego de los defectos de ejecución más frecuente en postes, forjados, vigas, depósitos y cubiertas, indicando el modo de remediarlos; se dedica un capítulo especial al descimbrado, dada la frecuencia con que su ejecución prematura ocasiona accidentes, y se propone un sistema de prueba ideado por el autor; otro capítulo se dedica al examen de las condiciones que deben reunir los materiales; y, por último, se enumeran algunas causas exteriores que pueden motivar los hundimientos.

Examinadas las principales causas de los accidentes, se dedica una segunda parte a la orientación que, a juicio del autor, debe darse a las Instrucciones, proponiéndose la forma en que pueden laborar en ella las distintas ramas de la Ingeniería; indícanse luego los métodos de cálculo que pueden seguirse sin llegar al detalle de la fórmula, proponiendo la formación de cuadros y elementos-tipos; se hace después una enumeración de las principales reglas de construcción que deben figurar en las Instrucciones; y, por último, se dedica un capítulo a las pruebas y recepción de obras.

Como resumen de las observaciones hechas, se termina el trabajo presentando las siguientes conclusiones:

1.ª Que se declare urgente la necesidad de promulgar unas Instrucciones oficiales para el cálculo y ejecución de obras de hormigón armado análogas a las que rigen en otros países, y que tengan carácter obligatorio en las obras del Estado y públicas.

2.ª Que se nombre al efecto una Comisión con representación de las distintas ramas de la Ingeniería y con intervención de constructores y fabricantes.

3.ª Que se abra una información en las Jefaturas de Obras públicas y Comandancias de Ingenieros militares respecto al progreso, empleo y resultado del hormigón armado en las distintas regiones.

4.ª Que se legisle sobre la competencia técnica de los autores de proyectos y directores de obras de hormigón armado, exigiendo títulos nacionales, y que se regule la responsabilidad de contratistas y técnicos.

5.ª Que se publiquen como anejos a las Instrucciones tablas con cálculos de resistencia y tipos de postes, pisos, puentes y obras de arte aplicables a trabajos públicos.

6.ª Que se estudie la conveniencia de crear un organismo oficial que fiscalice la ejecución de las obras y haga las pruebas de resistencia."

El Sr. PRESIDENTE da las gracias en nombre de todos a los

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Sres. López Franco y Sierra por sus interesantes trabajos, haciendo constar el agrado con que han sido oídos por la Sección.

El Sr. MENDIZÁBAL (D. Alfredo), en vista de la ausencia de los Sres. Cambó y Bores Romero, cuyas ponencias estaban anunciadas para esta sesión, se ofrece a exponer la que tiene presentada sobre "Las obras públicas y la expropiación".

Da lectura a las dos primeras conclusiones, que son aprobadas por unanimidad.

El SR. PERIER opina que, dada la gran importancia de este asunto, sería conveniente la lectura íntegra del trabajo del Sr. Mendizábal antes de las conclusiones.

"LAS OBRAS PUBLICAS Y LA EXPROPIACION

Por D. Alfredo Mendizábal, *Ingeniero de Caminos.*

Aspiración generalmente sentida, y muchas veces puesta de manifiesto, es que el Estado disponga de amplios créditos para obras públicas, y éstas se desenvuelvan obedeciendo a planes bien concertados y con la velocidad necesaria para que, en suma, se logre el mayor rendimiento de los recursos invertidos. Hasta ahora nos hallamos muy lejos de ver satisfechas tales aspiraciones: los créditos legislativos, siempre escasos; el artículo 20 de la ley general de Obras públicas, de hecho incumplido; las consignaciones anuales para obras de gran presupuesto, insignificantes, determinando lentitud en la ejecución de los trabajos, causando desaliento y disgusto en el país; y, finalmente, contribuyendo a esta misma lentitud las trabas que nuestra complicada legislación produce, empezando por la ley de Contabilidad y siguiendo por la de Expropiación forzosa; trabas no siempre atenuadas por nuestros organismos burocráticos. Todo ello en conjunto produce un estado de cosas que debiera modificarse radicalmente.

De todas las cuestiones que pudieran ser objeto de estudio, según se desprende del contenido del párrafo anterior, he escogido como tema de mi trabajo el examen de los inconvenientes que ofrece en la práctica la vigente legislación de expropiación forzosa, llegando en consecuencia a formular algunas bases, que para su reforma pudieran ser discutidas y, en caso favorable, propuestas como acuerdo de esta Sección.

Desde tiempos remotos, en cuanto las necesidades de carácter general han exigido la ocupación de terrenos de propiedad privada, surgió el conflicto entre los Poderes públicos, cualquiera que haya sido su forma y atributos, y el derecho que asistía a los particulares

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

en cuanto al pleno dominio de sus tierras. Ninguna dificultad práctica podía presentarse mientras esos Poderes estuvieran asistidos de facultades absolutas; pero a medida que el Derecho se ha ido forjando, sometiendo a sus preceptos el ejercicio del Poder, el aspecto de la cuestión ha cambiado, y ha sido preciso llegar a disposiciones de carácter legal que resolvieran de modo equitativo tales conflictos.

Nuestros tratadistas de Derecho afirman que los pueblos más antiguos, cuyas legislaciones no mencionan claramente el principio de expropiación forzosa por causa de utilidad pública, la llevaban a la práctica con frecuencia; y hasta encuentran indicios de ello en los textos bíblicos (véanse los *Comentarios al Código civil,* por Q. Mucius Scaevola). Y es que tal principio debe estimarse como de derecho natural, y no ha de considerarse como propio de ningún período de tiempo, ni de ninguna raza, ni de ninguna legislación.

En nuestra patria, de un modo claro está sentado el principio en cuestión en las Siete Partidas de Alfonso el Sabio (mediados del siglo XIII).

En la Partida segunda, título I, ley 2.ª, se dice: "... *E si por auentura gelo ouiesse a tomar* (lo suyo) *por razon que el Emperador o ouiesse menester de fazer alguna cosa en ello, que se tornasse a pro comunal de la tierra, tenudo es por derecho de le dar ante buen cambio, que vala tanto o más, de guisa que el finque pagado, a bien vista de omes buenos.*" Y la ley 31 del título XVIII de la Partida tercera termina concretando para casos tales: "... *Pero esto deuen facer en vna destas dos maneras: dandole cambio por ello primeramente, o comprandogelo segun que valiere.*"

Por absoluto, irresponsable y arbitrario que un Poder sea, no puede desconocer los dictados de la equidad; y así, no es extraño que los que de tales investigaciones se ocupan den por demostrado que aun antes de formularse preceptos legales respecto a expropiación, de hecho, se viniera a realizar con arreglo a normas de derecho natural; de tal modo, el mismo Rey Sabio, en la ley primeramente citada, supone que, con todo su poder, los romanos no hicieron a sus emperadores dueños "*de las cosas de cada vno*" de manera que las pudieran tomar a su voluntad, sino tan sólo por razones suficientes.

Acaso en esta materia, como en otras muchas, debamos mirar nuestra actual legislación como inspirada en la francesa; y en tal supuesto, no estará de más recordar que el Código de Napoleón, en su artículo 545, estableció la *expropiación forzosa por utilidad pública,*

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

que de tal modo designada, ha pasado a todos los Códigos y Constituciones modernos.

Los tratados de Derecho, al ocuparse de la expropiación, siempre vienen a poner en evidencia las tendencias de dos escuelas económicas diametralmente opuestas; y así, para los más exaltados individualistas, suponen la abierta oposición a cuanto pretenda sacrificar en favor de las sociedades el más leve derecho de la propiedad privada; y en los del bando contrario imaginan la pretensión de que debe ser sometido al bien común todo derecho individual. Claro es que se trata de doctrinarismos sin efectividad en las legislaciones de ningún país normalmente regido.

Aquellas escuelas de matiz más marcadamente conservador, y que en estas cuestiones, como partidarios decididos del derecho de propiedad, tal como hoy se halla establecido, no pueden menos de rendirse a los más claros principios de derecho natural (admirablemente sintetizados en la Encíclica de S. S. León XIII *Rerum novarum*, que dice: "No es de las leyes humanas, sino de la Naturaleza, de donde emana el derecho de propiedad individual; la autoridad pública no puede, por tanto, abolirlo: todo lo que puede es atemperar su uso y conciliarlo con el bien común."), no pueden oponerse a la admisión del principio de la expropiación forzosa, y todo lo más que procuran es extremar las garantías de defensa de los intereses particulares. Y por el lado opuesto, no puede desconocerse el principio de equidad que protege a los propietarios contra la expoliación de sus bienes, y todo lo que razonablemente pueden pretender, mientras el régimen de la propiedad no se modifique, es que se faciliten los procedimientos expropiatorios, defendiendo de modo preferente los intereses generales enfrente de los particulares. Todas las legislaciones puede decirse que se han colocado en zona intermedia entre ambos doctrinarismos, y, según las corrientes predominantes, tratan de acercarse más o menos a uno de los dos límites.

Es indudable que la Administración pública, si entiende exclusivamente en la tramitación y resolución de cuantas diligencias la expropiación requiere, aparece en algún modo como juez y parte, y garantiza menos la defensa de los intereses particulares. Por eso, cuando se ha querido extremar esta defensa, se ha dado la participación posible al Poder judicial; y en tal sentido se inspiraron nuestros legisladores al redactar el artículo 14 de la Constitución de 1869, que dice: "Nadie podrá ser expropiado de sus bienes sino por causa de utilidad común y en virtud de mandamiento judicial, que no se ejecutará sin previa indemnización, regulada por el juez, con intervención del interesado." Es de notar cómo en aquella época los par-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

tidos más avanzados profesaban ideas más exageradamente individualistas. En cambio, la Constitución de 1876, hoy vigente, en su artículo 10, y exactamente en los mismos términos nuestro Código civil, expresan: "No se impondrá jamás la pena de confiscación de bienes, y nadie podrá ser privado de su propiedad sino por autoridad competente y por causa justificada de utilidad pública, previa siempre la correspondiente indemnización. Si no precediere este requisito, los jueces ampararán, y en su caso reintegrarán, en la posesión al expropiado." Clara se muestra aquí la voluntad de limitar la intervención judicial a aquella misión que no se le puede substraer; y esta Constitución es debida a políticos de matiz conservador, que ya no estaban tan influídos por el individualismo, que era bandera todavía de las escuelas más liberales.

Sin duda, los tiempos han cambiado, y cambios más profundos, en cuanto hace al derecho de propiedad, se avecinan; sin embargo, mientras no surja modificación esencial, la legislación de expropiación forzosa no podrá separarse fundamentalmente de las normas que inspiran la ley actual, y todo lo más que podrá pretenderse es que se reforme, de suerte que los procedimientos se simplifiquen y depuren, de manera que en lo posible la tramitación se abrevie y se eviten abusos y corruptelas, altamente perjudiciales a los intereses públicos.

Sabido es, y no se necesita citar casos concretos, que cuando un propietario se resuelve a emplear recursos que dificulten la marcha de un expediente, medios halla suficientes para conseguirlo dentro de lo que la ley del 79 le consiente, determinando una perturbación verdaderamente enojosa en la marcha de las obras; de aquí nace una tendencia general a elevar las tasaciones, de suerte que el gran beneficio a realizar por los propietarios gane su voluntad. Esto es verdaderamente lamentable por muchos conceptos; pero, por ejemplo, una Empresa ferroviaria, que se ve obligada por plazos perentorios de ejecución, y, además, por la propia conveniencia de comenzar pronto la explotación de su línea, ¿cómo se substraerá a la necesidad de disponer pronto de los terrenos que ha de ocupar, *cuesten lo que cuesten?* Y ¿cómo un concesionario de aprovechamiento hidráulico podrá acelerar sus obras e instalaciones si no gana la voluntad de los propietarios pagando espléndidamente las expropiaciones?

Pero no se ha de creer que siempre sale al paso de los intereses públicos la ambición más o menos excusable de particulares: ocasiones hay en que se logra que éstos accedan a la previa ocupación para obras en las que tienen interés directo; y entonces suele ocu-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

rrir que la deficiente organización administrativa premia aquel desprendimiento con un retraso en la tramitación de los expedientes y en el pago de las indemnizaciones, que, lejos de ser alentador para que los casos se repitan, debe legítimamente inducir a todo lo contrario.

Son, pues, a mi entender, y creo que compartirán esta opinión muchos Ingenieros, vicio principal del actual sistema la falta de brevedad y sencillez en los trámites, que conduce como consecuencia lógica a la lentitud en la resolución de los expedientes y a que se desarrollen corruptelas, en cuanto al aumento indebido de precio de las tasaciones y del coste de su tramitación, incluso por lo que a honorarios de peritos se refiere; y es que en esto ocurre como en otros fenómenos naturales: agua que se estanca propicia es a que en su seno se desenvuelvan todo linaje de fermentos y corrupciones. No son los tiempos que corren propensos a admitir pequeñas velocidades de régimen en nada, pues se concede de cada vez mayor valor y precio más alto al factor tiempo, y preciso es que todas las disposiciones legales se transformen para obedecer a esa sana tendencia; sólo cuando la rutina o bastardos intereses lo impidan, se podrá resistir a esa corriente reformadora. Ya el insigne Costa decía, haciendo sentir la necesidad de simplificar nuestros procedimientos, que "éstos suponen un pueblo menos pobre que España, y un siglo que viva más despacio que nuestro siglo; son un producto en parte exótico, en parte artificial, no conveniente a la época ni al país."

Poco interés ofrece el examen de cuanto se ha legislado el pasado siglo en la materia antes de la ley que hoy rige y lleva fecha de 10 de enero de 1879; y por tal razón, desde luego paso a examinar ésta.

EXAMEN DE LA LEY VIGENTE

TÍTULO PRIMERO.—*Disposiciones generales.*

El artículo 1.º limita la acción de esta ley a la propiedad inmueble; esta limitación no debe mantenerse. Ya el Código civil, en su artículo 423, expresa: "La propiedad y uso de las aguas pertenecientes a Corporaciones o particulares están sujetos a la ley de Expropiación forzosa por causa de utilidad pública (en concordancia con los artículos 13 y 16 de la ley de Aguas); y el 351 del mismo Código trata de la adquisición por el Estado, en su justo precio, de tesoros ocultos descubiertos si ofrecieren interés científico o artístico. Es decir, que la ley general de Expropiación forzosa debiera ser desde

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

luego aplicable a cualquier clase de propiedad y expresarlo así en su primer artículo. Esto conduciría sólo a ligeras modificaciones en la forma de redacción del resto de la ley. El artículo 2.º habría de variarse para darle todo el alcance preciso, diciendo: "Se considerará como de utilidad pública cuanto ceda en bien general, de un modo directo o indirecto, ya se realice por cuenta del Estado, de las provincias o de los pueblos, ya por otras entidades debidamente autorizadas"; y el artículo 3.º, requisito segundo, podría redactarse de este modo: "Declaración de que es necesaria la expropiación parcial o total de la propiedad o derecho de que en cada caso se trate."

El artículo 5.º, además de suponer la existencia de curadores y promotores fiscales que han desaparecido, obliga a larga dilación para el caso de ser desconocido el dueño de un terreno (habría de decirse de una propiedad o derecho cualquiera) o su paradero; en este caso debería bastar con entenderse para todas las diligencias con el fiscal municipal o funcionario que pudiera tener análoga representación. Para proponer esto tengo en cuenta que no se trata de una *expoliación* que se intenta contra un propietario, sino de obligarle a una enajenación, mediante abono de justo precio; y el abandono que supone en el propietario el que sea desconocido él mismo o su paradero, no debe redundar en daño de los intereses públicos, retardando la marcha de un expediente de esta naturaleza.

TÍTULO II

Como sección primera del título segundo, se trata determinadamente de la declaración de utilidad pública; y esta parte no puede en rigor modificarse mas que en cuanto limita los efectos de la ley al caso de ejecución de obras con ocupación de bienes inmuebles: necesitaría, por tanto, ser corregida su redacción para darle todo el alcance necesario, procurando al mismo tiempo simplificarla.

En la sección segunda del mismo título se trata del que se califica de *segundo período* y se nombra: "Necesidad de la ocupación del inmueble." Habría de empezarse por variar esa designación diciendo: "Necesidad de la adquisición de determinados derechos o propiedades."

Acertadamente, la ley actual, dentro de la limitación con que está redactada, considera como de competencia de la Administración resolver acerca de esa necesidad; por eso, dentro del texto de la Constitución y del Código civil, define como *autoridad competente* para el caso a la autoridad administrativa; así debe ser; y a este respecto nada debe modificarse, aparte de la amplificación de la ma-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

teria expropiable. Pero en este período hay algo que produce muchas veces grave entorpecimiento en la marcha de los expedientes, sin que resulte de eficacia, en ningún sentido, como no sea como perturbador de los servicios públicos.

En la ejecución de cualquier servicio de interés general ha de intervenir forzosamente personal técnico competente que determine de un modo preciso las ocupaciones de terrenos o las apropiaciones de bienes o derechos de otra especie que son necesarias para realizar el fin perseguido; y con todos los recursos que la legislación vigente pone en manos de los propietarios para defenderse de tales ocupaciones, apenas podrá citarse caso de que se haya producido más efecto que el de alargar, sin provecho aparente para nadie, la duración de este período. Con razón hacen notar de un modo unánime los tratadistas que este caso de la expropiación es menos conculcador de los derechos privados que la imposición de contribuciones y tributos de toda especie y el servicio militar, puesto que no se trata más que de obligar a un cambio de forma de la propiedad, sin disminuirla ni causar daño que no sea resarcido; y, sin embargo, en la cobranza de los impuestos y en la llamada al servicio militar, se establecen plazos breves y perentorios, sin lo cual perderían en gran parte su eficacia. En la expropiación forzosa debe, pues, estimarse muy poco vejatorio el establecer términos reducidos para todos los trámites, y más cuando su ampliación obedece de un modo constante a evitar todo motivo de queja a propietarios que serán poco celosos de sus intereses cuando necesitan mucho tiempo para enterarse de lo que les importa, y que, por los medios normales, se trata de hacerles saber, y, además, se hace conocer del público en general.

Por las razones esbozadas en el párrafo anterior, ya que no se crea pertinente suprimirlo en absoluto, creo debe ser reformado lo dispuesto a propósito de este período, preceptuando algo del tenor siguiente:

En el momento de iniciarse la realización de cualquier servicio, obra o instalación para la que se hubiera reconocido o concedido el derecho a expropiar, el técnico encargado de ejecutarlos pasará a los Alcaldes de los términos en que radiquen o se encuentren los bienes una relación detallada de éstos y los nombres de los propietarios, con arreglo a los datos que esas mismas autoridades deben facilitarles. Los Alcaldes concederán un plazo de diez días a los interesados para que presenten las alegaciones escritas que estimen pertinentes en contra de la cesión de sus bienes, o para la rectificación de errores, documentos que se entregarán en término de vein-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

ticuatro horas al técnico citado, y éste elevará a resolución de la autoridad competente con su informe, en el que proponga para cada caso la resolución que estime más acertada. Dicha autoridad deberá resolver en plazo de diez días; entendiéndose que se conforma con la propuesta del técnico si no dictara resolución en aquel término; y estas resoluciones serán firmes.

La mayor parte de los preceptos contenidos en esta sección segunda de la ley vigente corresponden al período de tasación, y a esa sección convendría fueran transferidos con las modificaciones y simplificaciones que paso a indicar.

En todos los casos en que se autoriza la expropiación forzosa, debe existir, y de hecho existe, una organización técnica encargada de realizar el servicio de que se trata; los técnicos que la integran tienen, sin duda, capacidad suficiente para tasar los bienes que deben ser adquiridos; y como la Administración puede y debe darles todas las facilidades precisas para conocer cuantos datos de carácter oficial son necesarios, a fin de hacer acertada apreciación de los precios (cuando no se trate, por ejemplo, de obras de arte o de condiciones extraordinarias, caso en que sólo los expertos son capaces para estimar el verdadero valor que a las cosas debe atribuirse), esos técnicos deben realizar desde luego el justiprecio que constituye la oferta que *en firme* debe hacer la Administración o entidad expropiadora a cada uno de los propietarios. No se sabe por qué razón ha de ser preciso, como hace la legislación vigente, distinguir entre *hoja de aprecio* a la que se le da un valor precario, y *hoja de tasación*. Creo que no debe hacer el perito de la parte expropiante más que una sola hoja de tasación, y que ésta debe redactarla inmediatamente después de terminado el segundo período, en vista de las alegaciones de los propietarios, de los datos de la riqueza imponible y de cuantos elementos de juicio haya podido reunir. Estas hojas deberían entregarse al Alcalde del respectivo término para que las hicieran llegar a los propietarios o sus representantes, concediendo un plazo de quince días para que éstos expresen su conformidad y aceptación, o que no se conforman y ofrecen presentar en término de otros quince días hoja de tasación razonada, formulada por ellos mismos (o persona perita que libremente escojan) con los datos y razonamientos en que la fundan.

En esta materia del justiprecio hay varias cuestiones de gran transcedencia: es la primera la libertad en que prácticamente se deja a los peritos en cuanto a la estimación de lo llamado el *justo precio;* la segunda, la determinación del llamado *precio de afección;* y, por úl-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

timo, las reglas dictadas a propósito de la forma de presentación de hojas de aprecio y de tasación.

Todo el que en su práctica profesional haya tenido alguna intervención en expedientes de expropiación, sabe que, de un modo más o menos razonado, los peritos parecen inclinados a desentenderse de los valores que para las fincas resultan de amillaramientos y datos relativos a la riqueza imponible: ¿puede ser aceptado tal estado de cosas? ¿Será ponerse fuera de la realidad el suponer que, también de un modo general, se llega a apreciaciones muy altas del valor de las propiedades? No siempre es fácil formar estadísticas, y en este caso, para el estudio del punto de que me ocupo, he creído que me sería bastante difícil y que debía prescindir del intento; tampoco me parecía discreto señalar casos, que acaso pueda conocer, de manifiesta exageración de tasaciones. Pero, aun sin eso, creo que debe existir a tal respecto estado de opinión que no difiera esencialmente de la mía. Si se pudiera llegar a una estadística amplia de las expropiaciones realizadas, por ejemplo, para la construcción de las vías férreas, y se comparara el coste con la extensión ocupada, se vendría a conocer algo que pudiéramos llamar el valor medio de la propiedad rústica en toda la Península; valor que podría despertar las ilusiones más lisonjeras en nuestros hacendistas, relativamente a la capacidad contributiva del país. Es opinión que puede sustentarse sin pecar acaso de atrevimiento el que, enfrente del Fisco, la propiedad tiene un valor verdaderamente reducido; para las transacciones ordinarias, otro, variable según las ocasiones, pero marcadamente mayor que el primero; y, por fin, otro más crecido cuando se trata de expropiaciones que han de beneficiar al país. Y claro que también debe ser opinión general que tales diferencias de estimación deben borrarse, o al menos atenuarse, y que por todos los medios es preciso legalmente el procurarlo. Ya en planes de un ilustre hacendista se apuntaba tendencia de este género; pero en intento quedaron, y ninguna eficacia tuvo, más que señalar una orientación de acuerdo con los verdaderos y legítimos intereses públicos. En la reforma de la ley de Expropiación forzosa, mucho se puede hacer en tal dirección, y es perfectamente equitativo el imponer como límite a la apreciación del valor de la propiedad, siempre que esté sometida a tributación, aquel que libremente ha declarado el propietario con antelación suficiente para que no pueda verse en tal declaración un amaño.

Respecto al llamado precio de afección, que tasa en un 3 por 100 la ley actual, bien se comprende que con tal señalamiento no se hace más que reconocer un principio de equidad más o menos dis-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

cutible; de modo que, si la tasación fuera el *justo precio,* obliga a un abono mayor. En la práctica, si no es el importe de la tasación más grande que el verdadero precio de la cosa, tal bonificación resulta verdaderamente irrisoria; y también lo es si aquella tasación es excesiva. Cuando, mediante la conveniente reforma de la ley, se tuvieran garantías de que no habrían de pagarse excesivamente las expropiaciones, sería preciso, de mantener ese principio de equidad, modificar esencialmente la estimación del precio de afección, el cual, en rigor, no sólo debe beneficiar al propietario, sino también al arrendador o colono, o a quien se halle en disfrute y uso de la propiedad en cuestión. Así pienso que sería más equitativo repartir tal aumento, que habría de elevarse en algún caso, por ejemplo, al 25 por 100, con arreglo a normas tales como las siguientes:

Grandes propiedades que se expropiaran por completo, nada de aumento.

Propiedades grandes parcialmente expropiadas, aumento del 5 por 100.

Propiedades pequeñas ocupadas o explotadas por el dueño, el 10 por 100.

Propiedades pequeñas explotadas mediante arriendo, aparcería o trato semejante, el 20 por 100, del cual, la mitad debe corresponder al arrendador mediero o aparcero, etc., etc.

También procedería abonar, por ejemplo, un 5 por 100 en la parte que proceda por las cosechas en pie.

Cuando por virtud de la expropiación se provoque una crisis en la localidad, de manera que se obligue a la emigración de todo o parte de un vecindario, después de estimar el justo precio de lo expropiado, procedería indemnizar a los damnificados mediante el abono de un 25 por 100 del coste total de las valoraciones, que debería distribuirse mediante expediente formado por la autoridad local.

De todos modos, estas partidas debieran incluirse en el concepto de daños y perjuicios.

Facilita mucho la labor de los técnicos el que se hallen determinadas las pautas y formularios a que han de sujetar la redacción de su trabajo; pero esto debe limitarse a lo razonable, sin llegar a extremos como los consignados en la ley del 79, que examina, ya felizmente corregidas por disposiciones posteriores.

En resumen: estimo que si la Administración pública desea activar la ejecución de obras y servicios de utilidad general, es indispensable la reforma de la actual ley de Expropiación forzosa, procurando reducir los trámites, en cuanto de ello no resulte atropellado algún legítimo derecho, y evitando los abusos y corruptelas, que fácilmente podrían

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

ponerse en evidencia en cuanto a tasaciones se refiere. Además, sería conveniente dar amplitud al contenido de la nueva ley incluyendo en ella cuanto se relaciona con expropiaciones de aguas y sus usos o aprovechamientos, así como para la adquisición por el Estado de aquellos tesoros ocultos descubiertos o bienes muebles que ofrezcan interés especial científico o artístico, suficiente a justificar aquella medida.

También estimo que debiera tenerse en cuenta una discreta observación formulada por el docto Catedrático Sr. Royo Villanova, que en su libro *Derecho administrativo* dice:

"EXPROPIACIÓN FORZOSA. — *Más apropiado sería el nombre de enajenación forzosa para designar esta institución administrativa, que se reduce a una limitación del derecho de disponer en interés público.*"

Aun cuando se diga (haciendo una traducción libre del francés) que el nombre es lo de menos, lo cierto es que la Humanidad se paga de la apariencia de las cosas, y que el verbo *expropiar* (y con él todos sus derivados) encierra en sí una idea de violencia que se parece mucho a *despojo;* y esto puede, en algo, contribuir a dar carácter odioso a una institución en la que precisamente se procura con el mayor esmero el evitar todo daño real del interés privado.

Como consecuencia de cuanto precede, estimo oportuno someter a estudio y discusión, para proponer a los Poderes públicos, si así se estimara oportuno, las siguientes conclusiones:

1.ª Para el conveniente desarrollo de las obras públicas, se hace preciso modificar la vigente ley de Expropiación forzosa.

2.ª Esta modificación puede hacerse dentro de la letra y el espíritu de lo dispuesto en el artículo 10 de la Constitución y los 349, 351 y 423 del Código civil.

3.ª Conviene variar la denominación de la ley, calificándola de *Enajenación forzosa.*

4.ª Debe ampliarse el objeto de la ley, expresando en su parte general que es materia sometida a la enajenación forzosa cuanto ceda en bien general de un modo directo o indirecto, ya se realice la adquisición por el Estado, las provincias, los pueblos o por otras entidades debidamente autorizadas.

5.ª Asimismo debe prevenirse, para todas las notificaciones, que en general deben hacerse por conducto del Alcalde de la respectiva localidad, y de no hallarse, al propietario o representante suyo, se entenderá dicha autoridad con el fiscal municipal o quien en lo sucesivo pudiera tener análogas funciones.

6.ª Podría reducirse la división en períodos, suprimiendo el que hoy se titula "Necesidad de la ocupación del inmueble", que en todo caso habría de llamarse "Necesidad de la adquisición de propiedades

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

y derechos determinados". En este período nada debiera incluirse que corresponda al de tasación; y deben en todo caso, si se cree indispensable su subsistencia, reducirse a un mínimo los trámites y plazos concedidos para rectificación de nóminas de propietarios y para que éstos aleguen lo que estimen pertinente en contra de la cesión de sus propiedades y derechos. La resolución que debe dictar la autoridad competente (siempre como en la ley actual la *administrativa*) debe ser firme y sin apelación posible.

7.ª En el período relativo al justiprecio, éste debe hacerse desde luego por los técnicos que la Administración o las entidades que realizan la adquisición de esas propiedades y derechos han de tener al frente de sus servicios. Estos técnicos han de disponer de cuantos datos y elementos de juicio puedan ser necesarios, y considerarán como límite que no puede rebasarse en las tasaciones los valores que sirven de base a los impuestos y las declaraciones de los propietarios, hechas a tal objeto, con anticipación suficiente para que no puedan inspirar sospechas de amaño. Con estos datos, los que resulten de las necesarias mediciones en cada caso y la estimación razonada de los perjuicios indemnizables, formarían estos peritos las *hojas de tasación* que se ha de ofrecer a los propietarios, los que en término muy breve debieran contestar aceptando o rehusando, dándoles en este segundo caso un plazo también corto para presentar ante el Alcalde una hoja de tasación suscripta por ellos mismos o persona perita que libremente escojan; hoja en la que habrían de partir de los mismos datos en cuanto a dimensiones y precios legales fundamentales que figuran en la oferta que se hizo, pero modificando las mediciones hechas por el primeramente citado si se hallaran errores que en superficie excedieran, por ejemplo, del 2,5 por 100, rectificando también, si hubiera lugar a ello, los datos oficiales relativos a riqueza imponible, y calculando justificadamente en forma clara los perjuicios que puedan suponerse. Cuando exista divergencia entre ambas tasaciones, la Administración o concesionario podría realizar la adquisición correspondiente mediante el pago del precio establecido en la *hoja de tasación* de su perito y el depósito de la diferencia entre ésta y la tasación del particular, descontando de la última las partidas relativas a perjuicios en cuanto excedan en un 50 por 100 de las apreciadas por la primera tasación. Aparte de esto, se debería proceder a la designación de un perito tercero en discordia, siguiendo los procedimientos actuales, el cual, teniendo en cuenta los datos y apreciaciones de las *hojas de tasación,* y sujetándose a las mismas reglas, formularía su tasación, que, con los informes procedentes en cada caso, se sometería a resolución de la autoridad competente; resolución que no sería apelable administrativamente, y que causaría

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

estado, sin perjuicio de lo que pudiera resultar de un recurso por vía contenciosa.

La Administración, o quien haga sus veces, vendría obligada al pago de las operaciones hechas por su perito y a la mitad de los honorarios devengados por el tercero en discordia, honorarios que no podrían exceder para cada tasación del 2 por 100 del valor medio de las dos primeras tasaciones, si éste excede de 10.000 pesetas; del 3, si excede de 5.000; del 4, para valores menores; y en ningún caso habría de ser menor de 25 pesetas.

8.ª El formulario para la redacción de las *hojas de tasación* debería ser lo más sencillo posible, dejando prudente libertad a los peritos, pero exigiendo: representación gráfica, con acotaciones, para deducir las dimensiones necesarias; copia de los datos legales en que se funda la determinación de precios, y justificación de todas las partidas de perjuicios.

9.ª Para los precios de afección, podrían adoptarse normas análogas a las indicadas en el cuerpo de este escrito, y estas partidas se incluirían en las *hojas de tasación,* dentro del concepto de "Perjuicios".

10.ª Sería muy conveniente reducir los plazos en todos los trámites, de conformidad también con las propuestas formuladas en este mismo escrito."

El Sr. TORÁN manifiesta que sólo deberían explicarse por su autor aquellas conclusiones que requieran discusión.

A la tercera conclusión, el Sr. PERIER objeta que debe conservarse el nombre de expropiación para las aplicaciones del cambio de propiedad en lo futuro, y no el de enajenación que se propone en esta ponencia, manteniendo su conclusión el Sr. MENDIZÁBAL. El señor LORENZO estima aceptable el cambio de nombre propuesto por el Sr. Mendizábal; siendo aprobado por mayoría el cambio de nombre *Expropiación* por el de *Enajenación.*

La cuarta y quinta conclusiones son aprobadas por unanimidad.

Respecto a la sexta, opina el Sr. PERIER que debe suprimirse en absoluto el segundo período relativo a la necesidad de la ocupación del inmueble, sin más diligencia que notificar al propietario, siempre que se trate de un proyecto legalmente aprobado.

El Sr. PETINTO opina que el período tendrá que subsistir, pero fijando plazos terminantes que simplifiquen la tramitación.

El Sr. SANTA CRUZ propone que este período se incluya en el de la información pública, acompañando al proyecto la relación de los propietarios cuyas fincas hayan de ser ocupadas; siendo conveniente que esta disposición se extienda a los propietarios de fincas que sea necesario ocupar para la construcción de caminos vecinales.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

El Sr. TORÁN dice que debe distinguirse entre las obras públicas y las de concesiones a particulares; no debiendo admitirse ninguna demora, por necesidad de ocupación de fincas, para las primeras.

El Sr. VICENTE (D. Mariano) manifiesta que tiene presentada una comunicación relativa a este asunto en la Sección 12.ª, que convendría relacionar con la ponencia que se discute.

El Sr. REBOLLO propone que ambos trabajos se discutan en la misma Sección.

A propuesta del Sr. SANTA CRUZ se acuerda que ambos trabajos se expongan en esta Sección, ofreciéndose el Sr. VICENTE a solicitar de la Sección 12.ª que el suyo pase a la Sección 1.ª; accediendo a ello, con gusto, el Sr. Mendizábal.

"NECESIDAD URGENTE DE REFORMAR LA LEY DE EXPROPIACION FORZOSA POR CAUSA DE UTILIDAD PUBLICA.

Por D. MARIANO VICENTE, *Ingeniero de Caminos.*

OBJETO Y CARÁCTER DE ESTE TRABAJO

He aquí sintetizado el objeto y carácter de este trabajo: Recabar del primer Congreso Nacional de Ingeniería la atención que requiere asunto de tanta transcendencia para el desarrollo económico de la Nación y para el prestigio de los Ingenieros como es la modificación de la ley de Expropiación forzosa promulgada en enero de 1879, y servir de base para el estudio sereno y razonado que dé por resultado la solución más acertada y conveniente.

FUNDAMENTO DE LA LEY DE EXPROPIACIÓN FORZOSA

El Estado, al reconocer el régimen de la propiedad privada, fundado en la utilidad social que representa, es natural que trate de condicionar ese derecho cuando el interés particular está en contraposición con el colectivo, y, por lo tanto, cede por su base el fundamento sobre que aquél descansa, ya que, de no ser así, salvo en el caso en que entrasen en juego personales egoísmos e intereses creados, sería muy raro aquel en que se lograse imponer el interés de la colectividad. Pero el Estado, al intervenir en beneficio del interés común, trata de hacerlo sin perjuicio para el particular, obligando tan sólo al propietario a

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

cambiar el objeto de su propiedad, a cuyo efecto lo valora con toda escrupulosidad y no permite se le desposea de él, en tanto no le sea entregada la cantidad deducida por dicha tasación; lo cual, además de lógico, es justo.

Pero este intervencionismo del Estado, que está inspirado en un alto espíritu de justicia, resulta contraproducente en la práctica de la aplicación de las leyes establecidas; pues, en muchos casos, el interés colectivo resulta notablemente perjudicado por las exigencias de los particulares, que hacen se prolonguen indefinidamente los expedientes; en otros, es el particular el que resulta perjudicado, sin beneficio ninguno para la colectividad, sino al contrario, pues la ley es excesivamente rígida, y trata con una aparente igualdad que impide tener en cuenta ciertas condiciones y circunstancias para su aplicación; y en todos, o la mayoría de los casos, no son precisamente los más directamente beneficiados con la expropiación los que más contribuyen a compensar los perjuicios irrogados a los expropiados. De lo cual resulta en definitiva la injusticia de que unos cuantos se beneficien directamente a costa de otros, o indirectamente a costa de la colectividad, y siempre en perjuicio de ésta, quedando así, por lo tanto, trastrocado en la práctica el espíritu y fundamento de la ley.

INCONVENIENTES PRINCIPALES A QUE DA LUGAR LA APLICACIÓN DE LA LEY VIGENTE

No está en mi ánimo el entrar a detallar el sinnúmero de inconvenientes que en la práctica resultan de la aplicación de la ley, ya que están en el de todos, y pueden sintetizarse en dos principales, que son: dilación de los trámites hasta llegar a la terminación del expediente, o estado del mismo que permite la ocupación de las fincas objeto de expropiación, y dificultades para conseguir un acuerdo en la apreciación del justiprecio; o sea, pérdida considerable de tiempo y de energías, y, por tanto, de pesetas, que se malgastan, ya de una manera pasiva, ya accediendo a las exigencias del expropiado al abonarle bastante más de lo que sería justo.

DIFERENCIAS ESENCIALES QUE RESULTAN DE APLICAR LA LEY A LA EXPROPIACIÓN DE LAS ZONAS OCUPADAS POR LAS VÍAS DE COMUNICACIÓN O POR LAS OBRAS HIDRÁULICAS

Los inconvenientes principales que dejamos apuntados de un modo general por la aplicación de la ley vigente a toda clase de obras, se hacen ostensibles en su grado máximo cuando se trata de las hidráulicas;

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

lo cual no podía por menos de suceder, ya que existen diferencias esencialísimas entre esta clase de obras y las vías de comunicación; para las cuales, y sin preocuparse del porvenir, se hizo la ley actual del año 1879. Esto se comprueba de un modo manifiesto con solo leer varios de sus artículos, entre ellos el 23: se establece en su párrafo tercero que las zonas de terreno ocupado en las fincas rústicas se representarán gráficamente en la escala de 1:400; y en el artículo 31 del Reglamento, que se acoten detalladamente las dimensiones de esos planos. Para la aplicación de la ley a las obras hidráulicas, estas disposiciones son inaceptables, puesto que se necesitaría dar una extensión desproporcionada a los planos de la zona ocupada por el dique y el embalse de los pantanos; por lo cual se hace preciso modificarlo, como ya se ha tratado de hacerlo recientemente por una ley especial, en el sentido que, aun faltando a lo dispuesto, se viene haciendo, de dejar las escalas de los planos a discreción de los directores de los trabajos en consonancia con la extensión de las zonas a representar. En cuanto a la segunda de las disposiciones citadas, es asimismo inaplicable, por la gran confusión de líneas y de números que se originaría en el dibujo, dado que, para que no resulten inútiles, habría que multiplicar extraordinariamente su número, debido a la extensión e irregularidad de forma que, en general, afectan las superficies a expropiar.

Las diferencias entre uno y otro caso provienen de las que existen muy notables entre la extensión superficial y formas generales de las zonas ocupadas, según se trate de unas u otras, y de la *inamovilidad* del emplazamiento de las hidráulicas, una vez fijado, atendiendo a las distintas circunstancias de cimentación, extensión de la zona regable, altura del dique, etcétera. En efecto: en una vía de comunicación, la zona ocupada es una faja estrecha de gran longitud que, en general, afectará a muchos propietarios; por lo cual, aunque surjan dificultades y entorpecimientos, será muy difícil que la importancia de la zona ocupada al propietario rebelde o el número de ellos llegue a paralizar en absoluto los trabajos, ya que podrán acometerse por los trozos donde no surjan aquéllos; además, se dispondrá de cierta elasticidad para variar el trazado, siempre que se considere lo más conveniente para soslayarlos. Por el contrario, en una obra hidráulica, la zona ocupada por el dique es de pequeña longitud (en relación con las vías de comunicación) y relativamente ancha, por lo que afectará a un número muy limitado de propietarios, a veces uno solo; y como no podrá variarse el emplazamiento o estará restringido entre límites tan estrechos que no solucionará el problema, aparte de que a los propietarios les será más fácil ponerse de acuerdo, su negativa a permitir la ejecución de las obras dará por resultado su paralización total, no quedando otra

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

solución, que no siempre será la mejor ni la más indicada, que la de empezar por el canal, caso de que se encuentren en su zona propietarios transigentes, o la de entretener el tiempo con obras secundarias o auxiliares, cuyo coste resultará más elevado que hechas a su debido tiempo.

Asimismo, según se trate de unas u otras, habrá de ser distinto el criterio a seguir para fijar el justiprecio; pues en las vías de comunicación, por tratarse de una faja estrecha que, en general, dará una superficie reducida, el perito se verá obligado en muchas ocasiones a fijar precios unitarios elevados, a fin de que las indemnizaciones totales compensen a los propietarios de los gastos y molestias que les origine el expediente, con lo cual podrá disponer de una mayor elasticidad para convencerlos, ya que, cuando ello sea preferible, podrá pagar un poco más, por no originar ningún perjuicio al Erario público, dado lo reducido del total. Por el contrario, en un pantano, las zonas ocupadas por el dique y el embalse son extensas, y el perito no podrá salirse en la tasación del precio por unidad que crea más justo, por resultar totales de alguna consideración, y, por tanto, ningún perito consciente de sus deberes y responsabilidades podrá decidirse a aceptar los que con exceso hayan sido fijados en el caso de las vías de comunicación.

Además, las vías de comunicación proporcionan, en general, beneficios, no sólo al propietario, aumentando el valor de su finca, por lo cual será más fácil convencerle, sino también a la comarca donde se halle emplazada; lo que hará que, salvo raras excepciones, haya una gran masa de opinión interesada en la pronta terminación de los trabajos. No sucede lo mismo en el caso de un pantano: las obras de embalse se ejecutan en una zona determinada, y es muy general que el agua embalsada vaya a beneficiar una comarca más o menos lejana, sin que los propietarios interesados sepan de la obra por otros motivos que por los perjuicios que les irroga al verse privados de sus fincas y tal vez de sus hogares, por lo cual, el precio unitario debería de ser mayor que el fijado en el caso de las vías de comunicación; y aferrado el propietario a esta idea, no sin algo de lógica, será muy difícil llegar a un acuerdo, e inevitablemente surgirá la discrepancia en tanto no se modifique la ley, ya que, por consideraciones opuestas, se llega a resultados en absoluto contradictorios.

Este inconveniente viene agravado notablemente por el fondo de justicia que encierran en muchos casos las pretensiones de los propietarios; pues por estar situadas las obras de embalse en las partes altas o medias de la cuenca, las zonas ocupadas se hallan situadas en regiones pobres, donde la propiedad está muy dividida (al menos por Aragón y Cataluña, que me es lo más conocido), pudiendo suceder que a un

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

propietario se le ocupe toda su hacienda o la mayor parte de la misma; y claro es que, en estos casos, el capital por ella representado es pequeño, pero, sin embargo, el perjuicio grande, desproporcionado en absoluto con ese valor; pues al pequeño propietario que ha hecho profesión del oficio de labrador, y que puede vivir, aun arrastrando una existencia miserable, del cultivo de sus tierras, le es imposible conseguir otro tanto con el pequeño capital que le representa la indemnización que por ellos recibe, aun contando con que, atendiendo a esas circunstancias, se le remunere con largueza, dado que la falta de preparación lo incapacita para hacer producir al metal los rendimientos que obtenía de la hacienda que le ha sido enajenada. En el caso de ocupación de poblados, estos perjuicios se harán extensivos a todos sus habitantes, que se verán obligados a abandonar sus medios de vida, quizá a una edad en que se hallen agotadas sus energías; y esto sin contar con que las afecciones de orden puramente sentimental ha de hacerles más penosa su situación.

Las ventajas que obtenga la comarca donde se realicen las obras tampoco serán de gran consideración: en general, no obtendrá más beneficios directos que los que se produzcan durante el período de su ejecución, y algunos, seguramente no de gran importancia, derivados de la explotación de aquéllas, los cuales, en la mayoría de los casos, no lograrán interesar de un modo general. Por tanto, los interesados en que la obra no se ejecute serán muchos, y le harán, por cuantos medios están a su alcance, una franca y decidida oposición.

En resumen: debido al cúmulo de circunstancias que dejamos expuestas, cualquier dificultad que surja tendrá una mayor importancia en el expediente tramitado para una obra hidráulica que para una vía de comunicación; y como, por otra parte, será más fácil que aquéllas se presenten, la proporción del número de propietarios que agote todos los recursos que la ley le concede, será mucho mayor; resultando en definitiva: que durará el expediente más tiempo y aumentarán notablemente las probabilidades de tener paralizadas las obras hasta que se termine o se llegue al estado del mismo que permita la ocupación de las fincas, como lo demuestran claramente los pantanos de Cueva-Foradada, Gallipuen, Moneva, Las Navas y otros muchos cuya lista sería interminable, que han visto entorpecida y aun paralizada en absoluto su construcción, por la dificultad en llegar a un acuerdo, respecto a la cesión de los terrenos necesarios, antes de la conclusión del expediente.

Por todo ello, se ve la necesidad inaplazable que hay de que, con la mayor urgencia, quede restablecido el espíritu y fundamento de la ley de Expropiación forzosa, introduciendo en ella las reformas oportunas en consonancia con las nuevas necesidades y tendencias, a fin de que

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

el intervencionismo del Estado tenga verdadera eficacia; pues en los tiempos en que el interés colectivo va adquiriendo cada vez mayor preponderancia sobre el individual, y cuando la tendencia general es hacia un régimen más equitativo de distribución de la riqueza entre los elementos que intervienen en su producción, no es posible consentir que el concepto egoísta del derecho de propiedad continúe con sus exigencias oponiendo trabas y dificultades al beneficio común; pero a la vez, y aunque parezca paradójico, es preciso también fortalecer el principio sobre que aquél se funda con bases más sólidas y justas, respetando el derecho de propiedad inalienable que todos tenemos de procurar por nuestros medios de existencia, teniendo para ello en cuenta, no sólo el valor de la tierra en sí, sino también los rendimientos y utilidad que por su usufructo produce, y llevando así al ánimo de todos el convencimiento de que todos los derechos obtienen por parte del Estado el mismo respeto, inspirado en un espíritu de estricta justicia.

NORMAS QUE PODRÍAN SERVIR DE BASE PARA LA REFORMA DE LA LEY

Expuestas las deficiencias más notables de la ley vigente y las dificultades a que dan lugar, vamos a exponer someramente las normas sobre que, a nuestro juicio, podrían fundarse las reformas a introducir.

RAPIDEZ DE LOS TRÁMITES

En nuestra modesta opinión, podría acelerarse la conclusión del expediente, o el estado del mismo que permita la ocupación de las fincas:

1.º Reformando el articulado de modo que no haya lugar a controversia, a la vez que se podrían ampliar las facultades del Director de los trabajos para resolver bajo su responsabilidad los casos dudosos, restringiendo en cambio las de los Gobernadores.

2.º Establecer un período máximo, que podría ser de un año, para la tramitación del expediente, durante el cual habrían de tener efectividad absoluta los plazos fijados para los distintos trámites, exigiendo para ello responsabilidades efectivas a los encargados de cumplirlo. Y si por cualquier circunstancia fuese imposible cumplir dicho precepto, que al cabo del plazo fijado como máximo, pueda ser ocupada la finca, a reserva de las determinaciones posteriores, previo el depósito de la cantidad estimada como justa, análogamente a lo que se dispone en los artículos 29 de la ley y 48 del Reglamento vigentes.

Otro procedimiento que seguramente aceleraría los trámites, o por lo menos evitaría el que las dilaciones repercutiesen en perjuicio de la obra, sería el que no se inaugurase ninguna en tanto que los Sindica-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

tos, Ayuntamiento o entidades, cualesquiera que fuesen, interesados en la obra, no entregasen los terrenos expropiados prontos a su inmediata ocupación.

DETERMINACIÓN DEL JUSTIPRECIO

Los artículos 23 de la ley y 30 del Reglamento vigentes establecen que para la determinación del justiprecio se tendrán en cuenta: la renta líquida, la riqueza imponible y el valor en venta deducido de los registros de la propiedad, además de los precios que hayan regido en otras expropiaciones; circunstancias todas que dan el máximo de garantías al propietario respecto de su derecho, pero que por el abuso de las mismas sirven para amparar las mayores arbitrariedades; por lo cual se hace preciso definir de un modo más concreto cómo ha de ser aquél determinado.

Sería interminable la lista de los casos en que se han pretendido las mayores exigencias, y con toda seguridad no habrá ninguno de los que hayamos tenido relación con estos asuntos que no recuerde alguno; por lo cual, y en honor a la brevedad, me limitaré a citar uno solo, que si bien, por lo exiguo de la valoración total, es de escasa importancia, por la proporción enorme en que era aumentada por el perito del propietario y por las circunstancias que en él concurren, resulta de bastante fuerza para convencer de la veracidad de las apreciaciones que dejamos apuntadas a los que crean pueden pecar de exageradas.

Se trataba de habilitar para el transporte con carros un camino antiguo que facilitaba el acceso a las fincas de uno y otro lado, y estaba en muy malas condiciones; varios de los propietarios habían pensado en ejecutar las obras necesarias para ello, sin lograr ponerse de acuerdo; las necesidades de una obra hidráulica en construcción hizo que el deseo de los propietarios fuese un hecho. Al ensanchar y alinear el camino antiguo, se ocuparon pequeñas parcelas de las fincas adyacentes, que fué preciso expropiar. En una de ellas, inculta y de pésima calidad, se ocupaba una pequeña faja, la mayor parte del ribazo, que media 1,20 áreas, siendo el total de la finca de 7,75 áreas; el perito de la Administración propuso abonar al propietario la cantidad de 10 pesetas, como indemnización por las molestias que la expropiación le hubiese originado, más que como valor de la parcela expropiada, que, aun sin contar los beneficios que se hacían a la finca, podría valer diez veces menos. Pues bien: el perito de aquél, entre valoraciones fantásticas y perjuicios imaginarios, llegaba a la cantidad de 122,24 pesetas, o sea *16,30 veces más* que el resultado: *7,50 pesetas* de capitalizar al 4 por 100 el líquido imponible total de la finca. *0,30 pesetas* con que

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

figuraba en el amillaramiento, por el cual le correspondía una contribución de *0,07 pesetas*.

En general, se trata de obtener el valor de la tierra, con bastantes apariencias de lógica, por deducción del producto que proporciona el cultivo de la unidad superficial adoptada: por diferencia entre los ingresos y los gastos, que se capitalizan a un tipo determinado. Pero aparte de que en ese rendimiento líquido no sólo va incluído la parte que corresponde a la renta del valor de la tierra, sino también la debida a su industrialización, estudiando el problema con detenimiento se llega a la conclusión de que si bien para las fincas de regadío puede tener algún fundamento, al tratar de aplicar el procedimiento a las de secano, se adquiere la convicción de que, más que para deducir el valor de la unidad superficial de terreno, sirve para resolver el problema inverso; es decir, para justificar como precio de aquélla el que con anterioridad se ha tenido a bien asignarle. Proviene este resultado de que a lo indeterminado y sumamente variable de los rendimientos, se une la carencia casi absoluta de estadísticas que pudiesen proporcionar algún dato, siquiera fuese aproximado, tanto sobre aquéllos, como sobre el número de jornales empleados, y, por tanto, sobre el coste de las distintas labores por unidad de superficie. Por lo cual, según se admita para unos y otros valores distintos con igual fundamento y sin ninguna probabilidad de acierto, resultarán para el rendimiento líquido valores también distintos, todos con apariencias de ciertos y sin que ninguno sea justo.

De aquí se deduce: que, en general, no se podrá tener en cuenta la renta líquida, porque siempre que el arriendo se base en cualquier forma de aparcería, que es lo más frecuente, nos encontramos en el caso anterior, y, por tanto, podrá deducirse lo que el perito tenga por conveniente; esto sin contar con lo fácil que ha de ser al propietario poder modificar los contratos de acuerdo con su colono en la forma que tenga por conveniente.

El valor en venta tampoco será posible tomarlo en consideración en la mayoría de los casos, porque se sabe es muy frecuente no figuren en los Registros de la Propiedad las cantidades verdaderas; y, además, cuando se trata de pequeños propietarios, las transacciones no suelen figurar en aquéllos, sino que se hacen cambios, compras y ventas sin ningún requisito oficial. Esto, aparte de que muchas de las cantidades que en ellos figuren no obedecerán a la realidad, por concurrir en las transacciones circunstancias especiales, como necesidad de vender, liquidación de deudas más o menos usurarias a cambio de las fincas, etcétera.

La comparación con precios aceptados en expedientes anteriores no

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

será, en general, aplicable tampoco, porque habrán sido deducidos para el caso de vías de comunicación, y ya hemos visto por qué razones no son aplicables al de las obras hidráulicas.

Resulta, por tanto, que, en la mayoría de los casos, queda como única razón atendible lo que se basa en la riqueza amillarada, que por ser, generalmente, menor que la verdadera, es lógico no sea atendida por los peritos de los propietarios, pero que, en nuestro concepto, debe de ser la única que lógicamente y en justicia debe de servir de base para la deducción del justiprecio.

En efecto: nada más lógico y justo que la riqueza declarada por el propietario para que sirva de base a la tributación sea la misma que se reconozca como efectiva cuando ha de serlo para la indemnización que por ella ha de recibir; pues si bien habrá sido deducida por diferencia entre los ingresos y los gastos, y ya hemos visto que esto era sumamente difícil, aparte de que no hay para qué deducir nuevamente un valor que ya figura en la cartilla evaluatoria, no cabe duda de que entre todos los resultados que se obtengan será el más justo por la razón expuesta; y porque, una vez establecido este régimen, el propietario tendrá muy buen cuidado de declarar lo que crea más justo, obteniendo con ello la ventaja indirecta muy notable de anular las ocultaciones de riqueza. Además, si el rendimiento efectivo es mayor que el líquido declarado, ese exceso será imputable como beneficio de la industria en explotación; pero en modo alguno puede ser computado como renta del capital que la tierra representa.

Orientada la ley en este sentido, podría redactarse un artículo que sobre poco más o menos dijese: "El expropiado será dueño de pedir por su finca, o parte de la misma objeto de expropiación, la cantidad que tenga por conveniente; bien entendido que por la cantidad que exceda al resultado de capitalizar al 4 por 100 la renta líquida con que figure en el Avance catastral o el líquido imponible del amillaramiento, vendrá obligado a pagar los tributos que le hubieren correspondido durante los diez últimos años, o desde la adquisición de la finca por compraventa, caso de que la adquisición hubiera sido hecha con posterioridad al plazo fijado; además, vendrá obligado a abonar un tanto por ciento (fijado convenientemente) del total y proporcional a dicho exceso, en concepto de multa por defraudación al Tesoro público. En el caso de que el mencionado exceso represente o sea superior al 100 por 100 del resultado de la capitalización anteriormente indicada, considerando el Estado que los perjuicios que le han sido irrogados por defraudación equivalen al valor total de la finca, tomará posesión de ésta, sin que el propietario de la misma tenga derecho a percibir indemnización alguna por ningún concepto." Artículo que, como es na-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

tural, habría de ser completado con otros para evitar fuese burlado, reconociendo al propietario el derecho de revisar la riqueza declarada al introducir mejoras en la finca, o cada un número determinado de años, etcétera.

En el Congreso de Ferrocarriles de enero de 1918 quedó aprobada una moción en el sentido de tomar como única base para la fijación del justiprecio el líquido imponible; y el Sr. Alba lo proponía también para la expropiación de fincas en el proyecto que sobre el régimen fiscal de la propiedad inmueble presentó a las Cortes en diciembre de 1918. Lo cual, unido a la opinión unánime de cuantos tenemos alguna intervención en estos asuntos, son hechos que abonan la pronta reforma de la ley en el sentido apuntado, dada la justicia del mismo y el ahorro considerable de tiempo y de dinero que ello significaría para expropiantes y expropiados, ya que automáticamente y sin controversias desagradables, quedaría fijado el justiprecio.

INDEMNIZACIÓN POR PERJUICIOS

Cuanto dejamos apuntado en el epígrafe anterior se refiere solamente a la indemnización que corresponde al capital representado por la finca, sin que hayamos tenido en cuenta los que, según los artículos 26 de la ley y 41 del Reglamento vigentes, debe de abonarse por los perjuicios de todas clases que se irroguen a la misma.

Los que actualmente se tienen en consideración en la mayoría de los expedientes son: por pérdida de cosechas, servidumbres, dejar abierta la finca que estaba cerrada, por división y por reducción superficial de la misma.

Todos ellos pueden dar lugar en su apreciación a diferencias de criterio; pero sobre todo los dos últimos, por el procedimiento que generalmente se emplea para deducirlos: de capitalizar a un tipo determinado el aumento de coste que resultará en las labores para la pérdida de tiempo que representa la falta de continuidad en los mismos, o por la mayor fracción de jornal perdido en la superficie reducida respecto de la total. Estos cálculos, análogamente a los que se hacen para la determinación del valor de la unidad superficial de terreno, y por las razones allí expuestas, conducen a resultados caprichosos y distintos según los datos de que se parta; por lo que el perito de los propietarios podrá en todo momento justificar la indemnización que tenga por conveniente; sucediendo con mucha frecuencia que por la reducción que representa la expropiación de una parcela pequeñísima y que evidentemente no origina ningún perjuicio, podrá exigirse una indem-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

nización mayor que el valor total de la finca; y tasaciones que por sus condiciones deberían de ser análogas, no guardarán entre sí ninguna relación.

Es indudable que cuando la reducción superficial de la finca es de alguna importancia, se origina un perjuicio al expropiado; pero en nuestro concepto no difiere en esencia del que se le origina por la expropiación total de aquélla; perjuicio que en la actualidad no se toma en consideración, siendo, como hemos visto, el más importante, pero que no se irroga al propietario, que es al que actualmente se adjudican las indemnizaciones, sino al cultivador, sea o no propietario, al obligarle a abandonar, total o parcialmente, sus medios de vida.

Por todo ello, en la nueva ley debe de concretarse el medio de determinar las indemnizaciones por perjuicios, a la vez que se modifica el concepto de los mismos, dividiendo éstos en dos categorías, correspondiendo a la primera los irrogados a la finca y, por tanto, a su propietario, y a la segunda, los que se irrogan al que la tiene en explotación, sea o no el propietario de la misma.

Entre los de la primera categoría podrían colocarse: las servidumbres, perjuicios por quedar abierta la finca que estaba cerrada, y perjuicio por división de la misma. Para las servidumbres podría establecerse una indemnización de un tanto por hectárea, en relación con la superficie total sujeta a la servidumbre y con la importancia de ésta. La indemnización por el perjuicio debido a la segunda causa podría quedar limitada a abonar al propietario una cerca igual a la destruída, en la longitud necesaria para que pueda cerrar nuevamente el predio. Y en cuanto a la tercera, podría fijarse un tanto por kilómetro para los casos en que, por no tratarse de una vía de comunicación que beneficiase a la finca, hubiera un perjuicio manifiesto para la misma.

En los de la segunda categoría pueden incluírse: la pérdida de cosechas, que podrían abonarse fijando un tanto por hectárea en relación con el cultivo y la clase de terreno, y el perjuicio que se irroga al colono, sea o no propietario, al expropiar total o parcialmente la finca que cultiva.

En relación con estos perjuicios estará también la afección, y, por tanto, debe de estarlo el precio que por ella se abone, que la ley actual, en su artículo 36, fija de un modo invariable en el 3 por 100 del valor de la finca o parte de la misma.

Estos últimos perjuicios a que hacemos mención, como no tienen un valor material definido, es indudable que no serán los mismos para todos los expropiados, ya que no será lo mismo expropiar la finca al propietario para el cual representa una pequeña parte de su capital, de la que solamente percibe su renta, que aquel para el cual representa

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

aquélla toda su fortuna, a la vez que el medio de que dispone para atender a su subsistencia. Por lo cual, en nuestro concepto, las indemnizaciones deberían estar en relación con la potencia económica de cada uno de los propietarios y con sus medios de vida, así como también con la parte que de aquélla representa, la que se le obliga a enajenar, yendo ya involucrados en estas indemnizaciones la que correspondiese en concepto de afección.

En febrero de 1918, el que suscribe estas líneas se vió en el caso de intervenir como perito en la tasación de los predios expropiados para la construcción del pantano de las Navas, y fiel con el criterio expuesto, que procuró compaginar con la ley y Reglamento vigentes, fijó las indemnizaciones por perjuicios en un tanto por ciento variable, que oscilaba entre el 5 y el 150 por 100 del valor de la parte expropiada, en función de la riqueza amillarada total del expropiado y de la parte que de ésta representa la parte expropiada; tantos por cientos que se trató de acomodar al caso particular de que se trataba. La mayoría de las indemnizaciones oscilaron entre el 15 y el 30 por 100, proponiéndose en un caso el 100 por 100, por expropiar al propietario toda su riqueza amillarada y ser ésta muy pequeña.

Dentro de este orden de ideas, y de un modo general, para proceder con mayor rectitud, podrían dividirse los propietarios en tres categorías:

1.ª Grandes propietarios, que, en general, tendrán sus fincas arrendadas. Como el perjuicio que se les pueda originar es prácticamente nulo, y la afección mínima, el tanto por ciento de indemnización habría de ser muy pequeño, sin que en ningún caso pudiera ser superior a una cantidad fijada de antemano. El colono tampoco habría de sufrir serios perjuicios, y, por tanto, la indemnización habría de ser también limitada. Es decir, que, en este caso, la indemnización por perjuicios sería una pequeña parte de la fijada para el valor de la finca.

2.ª Propietarios que podremos llamar *medios;* es decir, que sus propiedades no abarcan grandes extensiones, y que disponen, además, de otros medios de vida y aptitudes suficientes para el empleo de sus actividades. De éstos, unos serán sus propios colonos, y otros no; para los últimos, el perjuicio, lo mismo que para los propietarios del primer grupo, será pequeño o casi nulo, y, por tanto, la indemnización habrá de guardar relación con él; en cuanto al colono, el perjuicio será de más importancia que para los del primer grupo, y, por tanto, la indemnización habría de ser también mayor. En el caso de ser el propietario su propio colono, aun cuando la expropiación le prive de la mayor parte de su propiedad (cosa que no es fácil suceda, pues en muchos casos se hallará distribuída en varias localidades), el perjuicio no sería

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

de gran consideración, pues al acumular la cantidad que como propietario y como colono le correspondiese, reuniría una cantidad de bastante importancia, para que, con sus conocimientos y aptitudes, pudiese atender sin grave quebranto a cubrir sus necesidades; y por ello, la indemnización que en calidad de colono se le computase habría de ser menor que en el caso de no hallarse propietario y colono vinculados en la misma persona.

3.ª Pequeños propietarios, que, en general, serán los cultivadores de sus fincas, salvo en el caso de que éstas sean tan exiguas que no den lo suficiente para el sostenimiento de la vida y tengan que desatenderlos para dedicarse a otros menesteres. En estos casos, el capital representado por la tierra es pequeño, pero el perjuicio es grande, desproporcionado en absoluto con ese valor, y, por lo tanto, la indemnización habría de estar en relación con él; no debiendo ser inferior en ningún caso a la cantidad que se considere como indispensable para que con su renta al 4 ó 5 por 100 pueda vivir una familia, o, mejor todavía, proporcionarle tierra cultivable en substitución de la que le ha sido enajenada.

Estas indemnizaciones por perjuicios, en justicia, deben alcanzar a todos los habitantes de un poblado, sean o no propietarios o cultivadores de tierras expropiadas, cuando se vean obligados a salir de él a causa de su expropiación.

Orientado el Sr. Cambó en el mismo orden de ideas, llegó al ideal de lo que se puede apetecer, con lo dispuesto en la base 4.ª de su proyecto de ley de octubre de 1918 sobre aprovechamientos hidráulicos, que dice: "Cuando las expropiaciones afecten a un núcleo urbano de más de veinte vecinos, privándoles de las casas que habitan o de las tierras que cultiven, o de ambas cosas, el concesionario, además de las indemnizaciones a que venga obligado por la ley de Expropiación forzosa, tendrá el deber de entregar una cantidad cuyo importe fijará el Ministro de Fomento, previos los informes y garantías que determinará el Reglamento, para que los afectados por la expropiación, entre los cuales se comprenderá a todos los vecinos, aunque no sean propietarios de casas ni de tierras, puedan construir en la misma región, a ser posible en la misma comarca, un núcleo urbano equivalente al expropiado." Base que podría servir de norma para el articulado con carácter general de la nueva ley.

Para el caso de expropiación de parcelas muy pequeñas, debería fijarse una cantidad mínima en concepto de indemnización por las molestias y los gastos que al expropiado se le puedan originar con el expediente; pero haciendo constar es por este concepto, para evitar

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

pueda ser tomado como precedente para el abono de la unidad superficial en el caso de expropiación de mayores extensiones.

QUIÉNES DEBEN DE ABONAR LOS EXPEDIENTES DE EXPROPIACIÓN

Se argüiría tal vez que orientada la ley en el sentido expresado anteriormente, no se evitará el que en muchos casos se pague por un terreno más de lo que vale, y hasta en algunos más que en la actualidad. Esto es cierto; pero lo que se abonará entonces no será el valor de la tierra en sí, sino el usufructo de la misma que se obliga a abandonar al cultivador, evitándose en cambio los abusos manifiestos, y haciendo que las indemnizaciones estén mejor repartidas, abonando más al que por tener menos se le origine un mayor perjuicio con la expropiación.

Siendo esto así, algunos expedientes subirán a cantidades muy respetables, y nada más justo, a nuestro entender, que aliviar los cargos del Tesoro público, haciendo que los abonen los que directamente han de recoger los beneficios de la obra. Se dirá que ya contribuyen con el 50 por 100 de todos los gastos que origina, y que la misma razón habría para que abonen el resto de las obras. En cuanto a lo primero, como los beneficios obtenidos son bastante mayores del 50 por 100, sobre todo teniendo en cuenta la forma en que se hace el abono, creemos se puede exigir una ayuda más eficaz; además, con ello se simplificarían enormemente los trámites, disponiendo que no se inaugurara ninguna obra en tanto no se hiciera entrega de los terrenos necesarios para su construcción. En cuanto a lo segundo, tal vez no haya una razón de orden material que oponer; pero, sin embargo, se presiente moralmente la justicia de ello, por la diferencia esencial que existe para estos efectos, entre una unidad de obra cualquiera y la unidad de terreno expropiable. Al construir la primera, el Estado crea sin perjuicio directo para nadie, obteniendo en cambio beneficios indirectos; los cuales, así como el coste de aquélla, se diluyen entre los contribuyentes; mientras que, en el caso de la expropiación, hay un perjuicio directo de la misma naturaleza que el beneficio obtenido, ya que, en realidad, al aumentar considerablemente el valor de las fincas beneficiadas con la obra, es como si el Estado despojase de su finca al expropiado para entregarla al propietario de aquéllas; y como esto resulta altamente desmoralizador, nada más justo que el que obtiene el beneficio directo contribuya a indemnizar también directamente al que sufre el perjuicio; lo cual podría realizarse de un modo práctico disponiendo que el que obtiene el beneficio entregue al expropiado una parcela equivalente a la que le haya sido ocupada.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

No hay, por otra parte, que esforzarse en buscar razones en favor de este criterio, desde el momento que se halla aceptado en algunas disposiciones oficiales: basta para ello recordar la ley de 7 de julio de 1911 sobre las obras de defensa y encauzamiento, y el Real decreto de 27 de marzo de 1914 sobre auxilios para abastecimientos de agua a poblaciones. En la primera se establece que "en lo sucesivo no podrá subastarse la construcción de obras de esta clase que hayan de construirse por contrata, ni emprenderse la ejecución de las mismas por el sistema de Administración, sin que consten: 1.º Que los particulares o Corporaciones interesadas están dispuestos a entregar los terrenos que dichas obras requieran o que han transferido debidamente a favor del Estado el derecho a ocuparlas cuando sea preciso..."; y en el segundo, se dispone en su artículo 4.º que "cuando el presupuesto aprobado de las obras no exceda de *80.000 pesetas,* podrá el Ministro de Fomento acordar su ejecución por el Estado, siempre que el Ayuntamiento respectivo se comprometa a entregar los terrenos necesarios para aquéllas y a satisfacer el 50 por 100 de su presupuesto..."

También el Sr. Cambó, orientado en este sentido, proponía con gran acierto, en su proyecto de presupuesto, que no llegó a presentar a las Cortes, que para las nuevas carreteras no se construya ninguna sin que los interesados ofrezcan el terreno gratuitamente.

¿Por qué, pues, dado que se reconoce lo justo de estas reformas, no se introducen de un modo general en la ley de Expropiación forzosa?

ALGUNAS OTRAS DEFICIENCIAS DE LA LEY VIGENTE

Muchas son las deficiencias, aparte de las anotadas como principales, que se encuentran en el texto de la ley actual; pero en razón a la brevedad, mencionaremos solamente las que consideramos, dentro de las secundarias, como más importantes.

Establece la ley que si el propietario no se conforma con la oferta hecha por el perito de la entidad expropiante, el perito de aquél formulará una hoja de aprecio, y si ambos peritos no logran llegar a un acuerdo en la conferencia que, según los artículos 28 de la ley y 47 del Reglamento, han de celebrar, el Juez nombrará un tercer perito que formulará una nueva hoja de aprecio.

Parece lo lógico que fuese esta tercera tasación hecha con todas las garantías de imparcialidad la que habría de prevalecer; pero, según los artículos 34 de la ley y 53 del Reglamento, la actuación del tercer perito es puramente informativa, ya que ha de ser el Gobernador de la provincia el que proponga la indemnización definitiva. Por lo cual

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

resulta que, después de intervenir tres peritos en la materia, es un señor que, por lo general, la desconocerá en absoluto (por lo menos su cargo no es garantía de lo contrario) el que ha de resolver en firme.

Claro es que, en general, es aceptado el informe del perito tercero y que en todo caso el Gobernador está asesorado por el Ingeniero-Jefe de Obras públicas en su calidad de Jefe de la Sección de Fomento del Gobierno Civil; pero basta que la ley deje un portillo para que por él puedan tener cabida los mayores abusos, amparados en las arbitrariedades y favores de la política. Y una de dos, o se toma siempre como definitiva la tasación del perito tercero, y en ese caso debe suprimirse lo dispuesto en dichos artículos, con lo cual se evitarían todas las tercerías que fían el éxito al favor o creen en él, o, en caso contrario, para simplificar los trámites y evitar que los peritos queden desairados, debe suprimirse la actuación del tercero, y aun de los otros dos, con un artículo que diga: "La entidad expropiante hará una oferta, el expropiado formulará una demanda y el Gobernador fijará entre ambos la indemnización correspondiente."

Otra cuestión es la del nombramiento de perito por los propietarios; a nuestro juicio, la ley y el Reglamento están terminantes: el propietario que no haya nombrado perito, dentro del segundo período, en el plazo de ocho días, fijados en el artículo 20 de la ley, ha de conformarse con la actuación del perito de la entidad expropiante en el tercer período. Sin embargo, no faltan abogados que, al interpretar aquéllos de distinto modo, producen hondas divergenciaas entre expropiantes y expropiados. Estas divergencias se hace preciso suprimirlas en la nueva ley, fijando de un modo absoluto el criterio a seguir, que, en nuestra opinión, debe de ser el de permitir pueda actuar el perito del propietario en el tercer período, aunque no lo haya nombrado para actuar en el segundo, siempre que no se opte por lo más lógico: fijar el justiprecio de una manera automática, para lo cual no hará ninguna falta la actuación de los peritos, o sería muy limitada.

DEL PAGO DE LOS EXPEDIENTES

Por lo que se refiere a la sección 4.ª del título II de la ley, que trata del pago de los expedientes, creemos está bien orientada, y que si no se tropezase con otros inconvenientes que los que opone la ley, no habría dificultad para hacerlos efectivos inmediatamente; pero resulta en la práctica que los expedientes, aun después de terminados, tardan en pagarse, lo cual aumenta la desconfianza de los propietarios, que por esta razón se muestran remisos en llegar a una avenencia o en

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

conceder autorizaciones para la ocupación de sus fincas antes de la terminación del expediente. Por ello, sería muy conveniente que, como complemento a la reforma de la ley, y para su mayor eficacia, se estudien los medios que conduzcan a abonar los expedientes en cuanto queden terminados o se llegue a una avenencia con el propietario.

DE LAS OCUPACIONES TEMPORALES

Muchas son también las modificaciones que cabe establecer por lo que a las ocupaciones temporales se refiere, muy en especial respecto a la simplificación de los trámites; pues resulta absurdo el que, declarada una obra de utilidad pública y tal vez en período de ejecución después de terminado el expediente de expropiación, se vean dificultados los trabajos porque haya que empezar un nuevo expediente para conseguir el paso por una finca o la explotación de una cantera. Creemos sería mucho más práctico y fácil ampliar las facultades del Director de la obra, por lo menos en cuanto a la necesidad de la ocupación se refiere, para que resolviese en los casos urgentes, dejando al propietario la facultad de alzarse, para poder exigir al Director las responsabilidades a que hubiese lugar en el caso de extralimitación en sus funciones.

Pero lo que todavía resulta más absurdo es que, según la ley y Reglamento vigentes, para la declaración de la utilidad pública de una obra, excepto las incluídas en los artículos 11 de la ley y 18 del Reglamento, precisa la presentación de proyecto, lo cual implica el hacer con anterioridad los estudios correspondientes. Leyendo la ley y el Reglamento, parece se refieren a este caso el 1.º del artículo 55 y 110 de aquéllos; sin embargo, en la práctica, si un propietario niega la entrada en su finca durante los estudios, no hay medio de conseguirla; lo cual ha venido a agravarse con la Real orden de 28 de enero de 1918, dictada con motivo de la autorización que para el estudio del paso de una línea eléctrica solicitó la "Catalana de Gas y Electricidad", que dispone: "que un peticionario no tiene derecho a la obtención de permiso para entrar en una finca a tomar datos en tanto no sea declarada la utilidad pública"; lo cual no puede ser más absurdo ni estar en más contradicción con lo que en la misma ley se dispone o, por lo menos, quiso disponerse.

Otra cuestión que puede malograr, y de hecho malogra, toda gestión amistosa cuando se trata de obras del Estado, es lo dispuesto en los artículos 57 de la ley y 111 del Reglamento, según los cuales, las indemnizaciones abonables a los propietarios por los perjuicios que,

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

durante la ocupación temporal debida a estudios o replanteos se ocasione en las fincas, deben de ser abonadas en el acto por el Jefe de los trabajos. Pero desde el momento que, aun en el caso de ser ese Jefe el Ingeniero encargado de la obra, no es posible darles cumplimiento por no ser más que un ordenador de los pagos que el pagador ha de hacer efectivos, y no es dable suponer que pueda ir detrás de la brigada encargada de hacer los trabajos para dar cumplimiento a los citados artículos, resulta que una disposición que, de poder ser cumplida, había de facilitar las gestiones amistosas con los propietarios para conseguir el paso por las fincas, fatalmente ha de producir los efectos contrarios, ya que, al llamarse aquellos a engaño, avivará sus sentimientos de duda y desconfianza, de por sí bastante desarrollados, sobre todo en los propietarios de pequeños poblados.

CONCLUSIONES

No pretendemos que, ya sean las reformas anotadas las que se adopten, ya las que se crea pertinente, cualesquiera que sean, van a soslayarse en absoluto todas las dificultades a que su aplicación pueda dar lugar; pero si con ellas se logra dar mayor actividad a la resolución de los expedientes, y, además, se orienta en un sentido más justo, se habrá dado un gran paso en beneficio de la mayor prosperidad de nuestra Patria, que, para todos, y principalmente para los que por nuestra situación social somos los llamados a dar el ejemplo, debe de constituir el primero y más grande de nuestros anhelos.

Ignoro si alguien con más autoridad habrá pensado en tratar este asunto; si así fuese, sean estas líneas mías un voto en pro de la rápida solución del problema; si no, su autor se considerará suficientemente recompensado con que el Congreso tenga a bien tratar el asunto que las encabeza con el detenimiento que por su gran transcendencia merece.

Convencido el que suscribe estas líneas de la necesidad urgente de reformar la ley vigente de Expropiación forzosa por causa de utilidad pública, tiene el honor de proponer a la consideración del Congreso las normas siguientes, que se basan en una mayor eficacia de la acción intervencionista del Estado en favor de la colectividad, a la vez que manteniendo el respeto debido al derecho de vida de sus individuos:

1.ª Rapidez en la conclusión de los expedientes de expropiación.

a) Suprimiendo trámites innecesarios.

b) Supresión o modificación de los artículos que puedan dar lugar

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

a controversia, ampliando las facultades al Director de los trabajos para resolver los casos dudosos.

c) Señalar plazos efectivos para los distintos trámites, y el máximo de un año o el que se crea conveniente, para la tramitación total del expediente, al cabo del cual podrá entrarse en posesión de la finca objeto de la expropiación.

d) Exigir responsabilidades efectivas a los encargados de cumplir los plazos fijados, y a los Directores, por extralimitación de sus funciones, en la resolución de casos dudosos.

e) Que las corporaciones o entidades interesadas en la ejecución de la obra sean los encargados de incoar el expediente de expropiación; siendo de su cuenta el pago, bien en terrenos, bien en metálico, de los terrenos ocupados por la obra, y no inaugurándose ninguna en tanto no sean entregadas aquéllas libres de toda clase de trabas y dificultades.

2.ª Orientar la determinación de indemnizaciones abonables en el sentido democrático que las necesidades y corrientes modernas reclaman, teniendo en cuenta el valor en sí de la finca, que representa su capital efectivo, y el rendimiento que por el usufructo de la misma proporciona al que la cultiva.

a) Estimando el valor del capital que la finca representa por la riqueza amillarada en los Registros fiscales, el cual será entregado al propietario de la misma, aumentado en un tanto por ciento variable de ese valor, pero sin que en ningún caso pueda ser superior a una cantidad determinada como precio de afección.

b) Fijar las indemnizaciones por perjuicios que deben de abonarse al propietario, y cuáles al cultivador, así como las normas que fijen su cuantía, sin dar lugar a controversia.

c) Indemnizar en un tanto por ciento variable del valor de la finca al cultivador de la misma, sea o no su propietario, por el perjuicio que se le irroga al obligarle a abandonar su cultivo.

d) El tanto por ciento a que se hace mención en el apartado anterior será determinado atendiendo a los medios de vida del cultivador en relación con la riqueza total amillarada que posee, bien en propiedad, bien en usufructo, y con la parte de riqueza que se le expropia en relación con la total mencionada.

e) Cuando a un propietario o colono se le expropie la totalidad de sus fincas, la indemnización a que se refiere el apartado *c*), sumada al valor de aquéllas en el caso de que ambas queden vinculadas en una sola persona, no podrá ser inferior a la cantidad que se estime precisa, para que con la renta de la misma al 4 ó 5 por 100 pueda subvenir a todas sus necesidades.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

f) En el caso de expropiación de poblados, la indemnización se hará extensiva a todos aquellos que, sin ser propietarios ni colonos, sufren un perjuicio manifiesto al tener que trasladar su residencia en busca de nuevos medios de vida. Para el cómputo de la misma, se tendrá en cuenta la importancia de la industria o profesión que ejercen, según los tributos que por ellos paguen, y sin que en ningún caso pueda ser inferior a una cantidad determinada con arreglo a lo expuesto en el apartado anterior.

g) Para el caso de expropiación de pequeñas parcelas cuya indemnización, fijada con arreglo a las normas anteriores, fuese insignificante, se fijará una cantidad mínima en concepto de compensación al propietario por los gastos y molestias que pueda originarle el expediente; pero sin que en modo alguno pueda servir dicha cantidad como precedente para la valoración de terrenos análogos.

3.ª El título III de la ley, que hace referencia a las ocupaciones temporales, deberá de ser modificado en forma que no dé lugar a dificultades para el estudio y replanteo de proyectos. Deberán modificarse también los artículos correspondientes que traten de la ocupación temporal de las fincas durante la ejecución de una obra, dando atribuciones al Director de la misma, siempre que haya sido declarada de utilidad pública, para ocupar temporalmente y bajo su responsabilidad la finca o parte de la misma que sea precisa para explotación de canteras, transporte de materiales, etcétera.

4.ª Como complemento necesario, estudiará el Congreso las medidas conducentes a la mayor rapidez en el pago de los expedientes de expropiación."

Por último, el Sr. AGUILAR hace saber que tiene conocimiento de un procedimiento muy expedito, adoptado por los norteamericanos, para las expropiaciones en Francia con motivo de la guerra, y se acuerda que sobre este punto se ponga de acuerdo con los Sres. Mendizábal y Vicente para continuar tratando de esta materia en la próxima sesión.

El Vicepresidente, Sr. HERBELLA (D. Antonio), en vista de lo avanzado de la hora, levanta la sesión, anunciando que la de mañana se celebrará en la Escuela de Ingenieros de Caminos, cuyo Director ha accedido muy gustoso a ceder un local de la misma para el objeto.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

ACTA DE LA SESIÓN CELEBRADA EL DÍA 19 DE NOVIEMBRE DE 1919

Se abre la sesión, en la Escuela de Ingenieros de Caminos, a las diez y cuarto de la mañana.

El Sr. PERIER dió cuenta del trabajo de unificación y recopilación de las ponencias de los Sres. D. Alfredo Mendizábal y D. Mariano Vicente, ambos Ingenieros de Caminos, referentes a la ley de Expropiación forzosa, con relación a las obras públicas.

Después de una detenida discusión, en la que intervienen gran número de Congresistas, fueron aprobadas las conclusiones que referentes a este asunto figuran en el lugar correspondiente.

A continuación, el Sr. BILLINGS dió cuenta de su Memoria, leyendo el extracto de ella, que se publica a continuación:

"EXTRACTO DE LA MEMORIA SOBRE "EL EMPLEO DEL HORMIGON EN LAS PRESAS ALTAS"

Por A. W. R. Billings.

Los embalses formados por presas de gran altura tienen una importancia capital en países donde, como en España, los caudales de los ríos acusan variaciones anuales muy extremadas en relación entre uno y otro año. El empleo del hormigón en la construcción de tales presas se recomienda por las calidades superiores del hormigón confeccionado, según los procedimientos modernos, por la posibilidad de escoger un perfil económico y por la facilidad de disminuir el elevado coste de la mano de obra desde la guerra, empleando maquinaria en mayor escala, y por la rapidez en la construcción. Los esfuerzos en las presas altas nunca han sido objeto de comprobación, y el cálculo de las mismas es objeto de muchos y diversos criterios. Es conveniente que se aprovechen todas las economías posibles en la construcción. Para obtener éstas se deben hacer, antes de la presentación del proyecto definitivo,

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

pruebas completas que demuestren la calidad del hormigón confeccionado con los materiales disponibles. Cuando se fije la dosificación del cemento en el hormigón, se debe fijar un valor del coeficiente de seguridad durante la construcción cuando el embalse esté vacío, y otro valor más alto de dicho coeficiente para después, cuando el embalse esté lleno. Además, en la parte superior de la presa, donde los esfuerzos a la compresión son de poca importancia, se debe adoptar una dosificación mínima para el interior de la obra, y otra algo mayor para los paramentos, para resistir los efectos de la intemperie, variaciones de temperatura, etcétera.

PROCEDIMIENTOS MODERNOS PARA LA CONFECCIÓN DEL HORMIGÓN

Estos procedimientos son sencillos, y están basados en principios expuestos por primera vez hace muchos años. Tienen por objeto reducir a un mínimum práctico los intersticios y el llenar éstos con una pasta aglutinante de la debida consistencia. El hormigón así obtenido es, por todos conceptos, mejor que el que se consigue por los métodos corrientes. Los procedimientos están basados sobre los datos experimentales siguientes:

Primero. La resistencia del hormigón, en la práctica, depende únicamente de la resistencia de la pasta aglutinante.

Segundo. La resistencia de la pasta depende de la relación que existe entre la cantidad de cemento activo y la del agua empleada.

Tercero. La cantidad de pasta aglutinante necesaria está fijada por el volumen de intersticios que ofrezcan los aglomerados, más el exceso que debe añadirse para obtener la plasticidad necesaria en el hormigón.

Cuarto. Toda cantidad de pasta aglutinante empleada con exceso, en relación a la indicada, es inútil.

El procedimiento lógico de dosificación del hormigón para un fin determinado es, por consiguiente, como sigue:

A) Determinar el tamaño máximo del aglomerado.

B) Fijar la dosificación con los elementos disponibles, de tal modo, que la proporción de intersticios sea la menor posible.

C) Determinar el menor tanto por ciento de exceso de los ingredientes finos para la plasticidad estrictamente necesaria.

D) Determinar la cantidad mínima de agua con relación al cemento en la pasta aglutinante.

E) Calcular la proporción de cemento necesaria para poder obtener la resistencia apetecida.

De no conseguirse una perfecta graduación de las materias, el au-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

mento de intersticios correspondiente tendría que compensarse con un aumento de pasta aglutinante.

Una parte importante de las ventajas obtenidas con tales procedimientos se debe a la eficacia del cemento molido muy fino.

La única parte verdaderamente activa es la que se hidrata durante la operación del amasado y fraguado.

El empleo del microscopio demuestra que de los polvos más finos, solamente las partículas de un diámetro de 0,2 mm. se hidratan por completo; las demás acusan siempre un núcleo de clinker sin hidratar.

El verdadero valor del cemento se basará en un porvenir próximo en el tanto por ciento que pase por tamices de 17.000 mallas por centímetro cuadrado, o aun por tamices de mayor número de mallas.

Existe la creencia general de que la resistencia del hormigón depende, en primer lugar, de la naturaleza de los aglomerados y de la arena empleada. Esto resulta cierto solamente en cuanto a la influencia que en plasticidad tienen las formas características de los aglomerados.

Comparando distintos hormigones si los aglomerados han sido clasificados del mismo modo, respecto a sus tamaños y formas características, de manera que se requiera la misma proporción de pasta aglutinante, y si la cantidad de agua es la misma con respecto al cemento activo, no solamente se obtendrá igual resistencia, sí que también las demás propiedades de los hormigones comparados serán idénticas.

El tamaño máximo de los componentes del aglomerado depende de los materiales disponibles, de la clase de hormigón que deba confeccionarse y del empleo que haya de darse al mismo.

Existe una ventaja evidente en adoptar el mayor tamaño posible para la piedra.

En obras de importancia donde se emplean trituradoras, hormigoneras y medios de transporte adecuados, y donde el aumento de producción de tales máquinas y aparatos resulta conveniente, puede adoptarse con gran ventaja el tamaño de 15 y hasta de 20 centímetros.

Una mezcla en la cual cada partícula ocupa exactamente el lugar que le corresponde entre las otras, sería indudablemente el ideal de compacidad, si fuese posible colocarlas así, y evidentemente tal mezcla necesitaría el mínimum de pasta aglutinante, o para una resistencia dada la menor cantidad de cemento. No obstante, sería completamente imposible amasar y consolidar tal mezcla, porque tendría una falta absoluta de plasticidad.

La proporción de mortero en exceso o de componentes finos de cualquier tamaño, añadidos para facilitar el amasado, debe ser la mínima necesaria para tal objeto.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

El polvo extremadamente fino juega un papel importante, no solamente con respecto a la resistencia de la pasta aglutinante y, por consiguiente, del hormigón, sino también en cuanto atañe a la impermeabilidad.

Es un hecho notable que los hormigones graduados que contienen cierta cantidad de polvo inerte impalpable son casi absolutamente impermeables.

No son, por consiguiente, necesarios en modo alguno los diversos sistemas empleados para impermeabilizarlas artificialmente, haciendo uso de pantallas, de conductos interiores, etcétera.

Para el transporte y consolidación del hormigón, ha sido práctica corriente durante los últimos años aumentar indebidamente la proporción del agua. Esto da por resultado un hormigón de calidad inferior, y tiene tantos inconvenientes como el empleo de las mezclas secas, que exigían un apisonado enérgico, que fué preconizado en tiempos anteriores.

La cantidad de agua necesaria para la hidratación del cemento es una pequeña parte de la indispensable para facilitar el amasado y consolidación del hormigón.

Los últimos estudios han demostrado que la *resistencia de cualquier hormigón depende fundamentalmente de la proporción de cemento al agua empleada,* y que los otros factores afectan a la resistencia solamente en la medida en que afectan a esta proporción del cemento al agua.

Es de todo punto esencial insistir en que el agua empleada en el amasado del hormigón debe reducirse al mínimum compatible con las condiciones especiales de la obra.

Es preciso economizar el agua, ya que, aun cuando parece ser el elemento más barato, es en realidad el más costoso. Si se emplea más de lo necesario, es menester aumentar la cantidad de cemento.

Después de estudiados y determinados estos factores que intervienen en la confección del hormigón, queda por fijar la dosificación de cemento necesario, para que una mezcla dada tenga la resistencia exigida por las condiciones de la obra. Manteniendo constante la proporción total de polvo impalpable (incluyendo el inerte y el cemento activo), la resistencia del hormigón resulta aproximadamente en proporción a la cantidad de cemento.

Es posible, por consiguiente, con un número limitado de pruebas hechas con mezclas de dosificaciones típicas, predecir con bastante exactitud las resistencias que podrán alcanzarse con otras dosificaciones.

En general, los datos publicados tienden a contradecir la creencia

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

general de que la resistencia de los cementos en condiciones normales disminuye después de un período de tres a seis meses.

Las pruebas de compresión, siempre que estén hechas en forma a disminuir o excluir los resultados anormales, acusan un aumento de resistencia que continúa indefinidamente, aunque siempre con mayor lentitud.

Si ocurre la desecación, el aumento de resistencia en seco puede acusar un aumento de 15 a 30 por 100 sobre la obtenida en estado de saturación.

El producto llamado "Sand-cement" en algunos casos tiene ventajas considerables, especialmente cuando no es necesaria una resistencia muy alta, pero sí una elevada impermeabilidad, favoreciendo así la acción del material inerte muy fino. Las ventajas son mayores cuando el transporte resulta difícil y el coste del cemento es crecido.

Cuando se estudian las pruebas publicadas del "Sand-cement", hace falta distinguir con mucha atención y considerar separadamente los resultados referentes a:

a) El mayor grado de finura así conseguido.

b) La disminución en proporción de intersticios que resulta en la pasta aglutinante y en el hormigón.

c) La mezcla más perfecta del cemento y otro material.

d) Las reacciones químicas suplementarias.

La falta de atención a estos detalles en las pruebas es causa de la falta de claridad que se observa en la mayoría de los estudios publicados hasta la fecha.

Es menester distinguir perfectamente estos factores para comparar bien las ventajas de tal procedimiento, con otros medios de conseguir resultados parecidos, combinando los materiales en las hormigoneras.

En muchos casos resulta más ventajoso, especialmente para una empresa hidroeléctrica, instalar cerca del emplazamiento de la presa una fábrica de cemento.

En el caso de no resultar ventajosa la construcción de una fábrica especial, lo es frecuentemente la compra del cemento en forma de clinker.

La construcción de una presa alta incluye generalmente un aliviadero de capacidad de varios miles de metros cúbicos por segundo. Para poder construir este vertedero, la configuración del terreno exige casi siempre un desmonte más o menos igual al cubo de la presa.

Muchos de los ensayos verificados para producir "arena artificial" han fracasado, porque los que acometieron la empresa se han esforzado en producir en una instalación separada arena triturada de tamaño uniforme, parecida a la arena natural. Dichos fracasos se deben, en parte,

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

a la dificultad de conseguir una producción adecuada de esa arena de grado uniforme, sin instalaciones de gran capacidad y a las dificultades con que se tropieza en el empleo de este producto. Nunca debe intentarse imitar la arena natural.

Es muy conveniente, para facilitar la dosificación exacta, instalar un aparato automático para pesar y anotar la cantidad de cada componente y otro aparato que impida que el hormigón sea vertido antes de que el amasado esté listo. Con tales aparatos, por el hecho de quedar eliminado el criterio del obrero, se asegura un trabajo más exacto y es dable reducir, aunque en pequeña escala, el exceso de cemento empleado en la obra.

RESUMEN

Es, por lo tanto, evidente que la construcción de grandes presas va adquiriendo en la práctica una creciente importancia, y debería ser estimulada por el Gobierno; que por los cambios que la guerra ha traído consigo, el empleo del hormigón moderno, en esta clase de obras, resulta ventajoso, debido a su calidad y a la rapidez con que pueden llevarse a cabo; que con el uso del hormigón son factibles ciertas economías resultantes del empleo de un coeficiente de seguridad uniforme, más bien que de una resistencia uniforme; que los procedimientos modernos de confección del hormigón se fundan en principios bien conocidos; que la práctica de estos métodos produce un hormigón de mejor calidad que el confeccionado según la práctica corriente, y que la adopción de tales procedimientos en las grandes obras, tanto en España como en otros países, merecen la atención y el cariñoso estudio de todo Ingeniero."

Después de la lectura, hace el autor algunas indicaciones respecto a las enseñanzas deducidas de las obras que está ejecutando en Cataluña la Sociedad de que es Director técnico. La Sección acogió con grandes muestras de aprobación este trabajo, aplaudiéndole al terminar.

Seguidamente, el Sr. NICOLAU (D. José) hizo uso de la palabra para encomiar la labor del Sr. Billings, haciendo a la vez atinadas e importantes observaciones sobre algunas de las manifestaciones de éste respecto a las enseñanzas que las obras públicas en nuestro país habían dado en relación con los puntos tratados por dicho Sr. Billings, siendo el Sr. Nicoláu calurosamente aplaudido.

A propuesta del Sr. PRESIDENTE se acuerda hacer constar el in-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

terés con que se ha escuchado al Sr. Billings y el deseo de muchos Congresistas de conocer detenidamente tan importante trabajo.

Finalmente, a propuesta del Sr. GONZALEZ QUIJANO, la Sección acordó un voto de gracias a D. Mariano de Cavia por su artículo referente al Congreso de Ingeniería publicado en *El Sol* de ayer.

Y por lo avanzado de la hora, se levantó la sesión.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

ACTA DE LA SESIÓN CELEBRADA EL DÍA 20 DE NOVIEMBRE DE 1919

Abierta la sesión, en la Escuela de Ingenieros de Caminos, a las diez y media, procede el Sr. PRESIDENTE a enunciar los temas que figuran en el orden del día; y no estando presentes los autores de los siete primeros, se pone a estudio de la Sección el último, que es la ponencia de la Comisión burgalesa sobre "Los ferrocarriles internacionales y la red peninsular".

El Sr. KELLER da lectura al siguiente trabajo con las conclusiones que se proponen:

"LOS FERROCARRILES INTERNACIONALES Y LA RED PENINSULAR

Ponencia que la COMISIÓN BURGALESA DE INICIATIVAS FERROVIARIAS presenta a la deliberación del Congreso Nacional de Ingeniería.

CAPÍTULO I

Consideraciones generales.

Prima voce.

Los problemas de inmensa gravedad para España que puso a discusión la propuesta poco meditada por el Gobierno de construir el ferrocarril de París-Algeciras con puntos obligados de paso; el olvido y postergación que en el proyecto de ley, aprobado con inusitada rapidez por el Senado, se hacía de intereses vitales de la Patria, y la sospecha, muy fundada, de que en nuestro país los más transcendentales asuntos pueden quedar a merced de la travesura de un político o de la influencia de un cacique más o menos poderoso, conmovieron hondamente la opinión de Burgos, y desde el primer momento, tanto sus corporaciones representativas oficiales, como las demás entidades, dieron la voz de alerta a sus similares de otras provincias españolas.

Mas como no era posible que acciones dispersas consiguieran resul-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

tados positivos, se llegaron a "fundir todas las inteligencias y todas las voluntades en el grandioso ideal del progreso de España" (1), constituyéndose la Comisión burgalesa de Iniciativas ferroviarias, representación de todas las fuerzas vivas de la provincia, Diputación, Ayuntamientos, Cámaras de Comercio, de la Propiedad, Agrícola, Bancos, Sindicatos, etc., etc.; y a este organismo encomendó Burgos el estudio del problema ferroviario español, no desde el punto de vista de localidad, sino partiendo de bases técnicas y económicas, e inspirándose, como siempre, en los más altos intereses de la Patria.

¡Si tan hermoso ejemplo siguen las demás provincias españolas, el avance de España se hará con pasos de gigante y la reconstitución nacional en breve será un hecho!

Burgos, que fué cuna de la unidad nacional, centro de las hazañas de mayor nobleza e hidalguía, así como de las más transcendentales iniciativas; Burgos, que tan poderosamente influyó en la historia patria, mereciendo ser *prima voce* en las antiguas Cortes de Castilla, desea conservar tan honroso título, y al darse cuenta de "que la evolución de los tiempos va cambiando los timbres de grandeza de las naciones" (2) y que la supremacía está reservada modernamente a los pueblos "que más produzcan y mejor desarrollen sus industrias y su comercio" (3), tomó la iniciativa de acudir corporativamente al Congreso de Ciencias, de Bilbao, organizado por la Asociación española para el progreso de las ciencias, y viene ahora al de Ingeniería, deseosa de ser la primera provincia española que ante los Parlamentos de la Ciencia, de la Técnica, de la Economía y del Trabajo defienda corporativamente soluciones para problemas de alto interés nacional con razones científicas, técnicas y económicas.

Burgos tiene fe ciega que estos Certámenes avalorarán sus resoluciones, y al triunfo resonante obtenido en el Congreso Internacional de Bilbao espera unir el del Congreso de Ingeniería española, para que el problema ferroviario salga de la sombra en que le quiere encerrar el caciquismo, con perjuicio evidente para la economía nacional y hasta para la integridad de la Patria.

Para luchar contra las absurdas soluciones de las camarillas políticas no hay mejor arma que la publicidad, y a falta del gran organismo técnico y económico, verdadero Parlamento del trabajo esbozado en la Asamblea de Ingenieros civiles de Burgos, donde las provincias, representadas por técnicos, pudieran preparar soluciones de conjunto sobre los problemas que integran la reconstitución española, Burgos, por mediación nuestra, acudió en primer término para que llevase la dirección

(1) (2) (3) Del Mensaje presentado por los Ingenieros civiles a S. M. el Rey.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

del problema ferroviario al organismo que juzgó de mayor competencia e imparcialidad para resolverle, cual es el Instituto de Ingenieros civiles. Motivos justificadísimos obligaron a esta respetable entidad a declinar el encargo; pero constituye para la Comisión burgalesa de Iniciativas timbre preclaro de gloria y acicate poderoso en la prosecución de su labor la felicitación que de dicho organismo recibiera enalteciendo la orientación patriótica que viene campeando en sus trabajos.

Que esta labor no es localista, sino eminentemente nacional, lo prueba el hecho de haber requerido la opinión de todos acerca de este problema, de las Diputaciones, de los Ayuntamientos, de las Cámaras de Comercio, de las grandes Compañías industriales, de la Prensa, de los publicistas y singularmente de los Ingenieros, a quienes se han dirigido cartas especiales recabando su informe en actos públicos tan importantes como la reunión magna de fuerzas vivas celebrada en la Diputación de Burgos el día 13 de abril de 1919; y los resultados obtenidos no pueden ser más satisfactorios, pues a la circular que por haber sido profusamente repartida por España es seguramente conocida de todos los Congresistas, se han adherido cientos de Ingenieros, así como Corporaciones importantísimas. Prescindiendo de las Vascongadas, Santander y Segovia, provincias directamente interesadas en la variación del trazado del ferrocarril Madrid-frontera francesa, y cuyo parecer, aun siendo valiosísimo, puede estimarse interesado, sólo haremos constar que las Cámaras de Comercio de Barcelona, Cartagena, Gijón, Palamós y otras catalanas, representando a las regiones más ricas e industriosas de la Península, están de acuerdo con las ideas burgalesas sobre ferrocarriles. Coinciden también las Diputaciones de Oviedo, Cáceres, Avila y Zamora; el Ayuntamiento de Toledo y otras muchas Corporaciones y Empresas nacionales. A disposición de los Congresistas se encuentran en la oficina de la Comisión las adhesiones recibidas.

Capítulos que comprende esta ponencia.—En la Asamblea de fuerzas vivas de Burgos de 13 de abril de 1919, verificada en el palacio de la Diputación provincial, se dió cuenta del programa de esta Memoria, que fué aprobado por aclamación. En ella se hizo notar la necesidad de hacer algunas consideraciones sobre ferrocarriles en general, a fin de evitar que involucrando conceptos y eludiendo principios fundamentales de la técnica ferroviaria, puedan ser sus soluciones censuradas. El capítulo II estudiará los ferrocarriles en general; el capítulo III se dedicará al estudio de las grandes líneas internacionales; el IV se referirá al problema del ancho de vía en los ferrocarriles de la Península Ibérica; el V, al estudio del trazado más conveniente para el ferrocarril directo París-Algeciras, y el VI, a los ferrocarriles París-Vigo, Lisboa y Oporto.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

CAPÍTULO II

De los ferrocarriles en general.

Su verdadero concepto.—El ferrocarril es un *instrumento de trabajo,* y como tal, susceptible de crear riqueza. No es, por consiguiente, indispensable que exista en una región determinada tráfico capaz de sostener un ferrocarril para que éste pueda crearse. En tal sentido, no nos sorprenden los razonamientos de la Comisión oficial del directo París-Algeciras, la que, aun reconociendo que, en éste, el capital no obtendría un interés superior al 3 por 100, afirma que serviría para el desarrollo de la riqueza de las provincias que cruza el trazado; pero es evidente que esta afirmación tendría fuerza de argumento incontrovertible solamente en el caso de que simultáneamente se hubiera demostrado que no cabe la posibilidad de estudiar otro ferrocarril o conjunto de ferrocarriles capaces de desarrollar mayor cantidad de riqueza que aquél.

Aunque España, respecto a este punto, no está en las condiciones de América, donde todo hubo que crearlo y los ferrocarriles desempeñaron, y aun hoy desempeñan, un papel colonizador, tampoco tiene paridad con Alemania, Francia e Inglaterra, cuya riqueza, ya de antiguo en explotación, permitió, en casi todos los casos, el establecimiento de caminos de hierro, asegurándose de antemano ingresos para los mismos, dando por resultado que este medio de transporte no se diferenciaba de los anteriores en su concepción y desarrollo. España se halla en condiciones intermedias, y sin desconocer la existencia de concentraciones comerciales y productoras, es preciso que los ferrocarriles se tracen uniéndolas con arreglo a lo que demande la Orografía, aunque su tráfico actual sea escaso, siempre que reúnan las condiciones necesarias para que el desarrollo de aquél se verifique en circunstancias favorables, que, a nuestro juicio, son: *zona suficiente de influencia* y cabezas de línea que sean centros *productores y consumidores* de importancia. Generalmente, estas condiciones quedan cumplidas en los ferrocarriles que unen una populosa urbe con un puerto importante; pero no debe olvidarse que es también condición necesaria que el ferrocarril forme parte de una *red* que constituyendo un *conjunto armónico,* permita su explotación sin recargar ésta con excesivos gastos de dirección y administración, y que sea susceptible de luchar *económicamente* con otros ferrocarriles ya establecidos, para que éstos no arrebaten, mediante combinaciones de tarifas, el todo o la mayor parte del tráfico a la nueva línea, *imponiéndola mayores rodeos,* con perjuicio de la eco-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

nomía nacional. Un ejemplo aclarará el concepto: el ferrocarril Burgos-Aranda-Segovia no es susceptible por sí solo de una explotación que otorgue beneficios a la entidad que le dirija, a no ser que ésta sea la Compañía del Norte, porque los puntos inicial y final no son centros suficientemente productores y consumidores para asegurar por sí solos la vida de la nueva línea, cuyo tráfico general podría ser desviado fácilmente por dicha Compañía; en cambio, la línea Madrid-Somosierra-Burgos-Santander, con bifurcaciones a Segovia y Bilbao, tendría gran vida propia y estaría, por consiguiente, en condiciones de luchar ventajosamente con los ferrocarriles existentes; ventajas que serían mucho mayores si además se construyera la línea Santander-Burgos-Soria-Calatayud, porque entonces quedaría constituída una pequeña red armónica con extensa zona de influencia, ligando centros comerciales de primer orden con los puertos de Santander y Bilbao, que son los más importantes y céntricos del Cantábrico, y establecida la unión de aquel mar y el Mediterráneo por intermedio del Central de Aragón, empresa cuyos intereses serían concordantes con los de la nueva entidad.

Clasificación de los ferrocarriles.—Prescindiendo de la legal, que por ser arbitraria y casuística, carece de toda base técnica, los ferrocarriles han de clasificarse, no sólo por su distinto ancho de vía, sino también por el conjunto de todas sus características, teniendo en cuenta el límite máximo de las rasantes, el radio de las curvas, la potencia de las locomotoras, la clase y peso de los vagones y coches de viajeros, la cuantía y porvenir del tráfico y el enlace con otros ferrocarriles. Conforme a lo dicho, pueden dividirse en cinco grandes grupos en la forma siguiente:

CLASIFICACIÓN DE LOS FERROCARRILES	Ancho de vía.	CARACTERÍSTICAS
a) Arteriales	Normal	Doble vía, tracción eléctrica con locomotoras potentes, curvas amplias, límites de rasantes hasta 16 milésimas.—Grandes velocidades. — Consumo de energía muy reducido por tonelada-kilómetro.
b) Principales de primer orden . . .	Normal	Doble vía en algunos trozos, tracción eléctrica, vía resistente, susceptible de ser recorrida por trenes con grandes velocidades, límite de rasantes hasta 20 milésimas.—Consumo reducido.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

CLASIFICACIÓN DE LOS FERROCARRILES	Anchura de vía.	CARACTERÍSTICAS
c) Principales de segundo orden. . . .	Normal.	Vía única. — Tracción eléctrica con motores, o de vapor con locomotoras pequeñas.—Vía menos resistente, susceptible, no obstante, de ser recorrida por el material de viajeros y mercancías de los grupos *a)* y *b)*.—Velocidades más reducidas en los trenes.—Mayor tolerancia en el consumo de energía por tonelada-kilómetro.
d) Secundarios. . .	Idem	Vía única, poco resistente, con carril ligero, obras de fábrica económicas, explotación sencilla con automotores o locomotoras ténder.—No es susceptible de ser recorrida por coches de viajeros de carretón ni por vagones de gran tonelaje.—Velocidades más reducidas.
e) Locales.	Más estrecha que la normal (1,00 m., 0,80 ó 0,60 m.). . .	Vía única, con carril ligero, tráfico muy reducido. — Material de tracción poco pesado.

Los límites de rasantes han de estar en consonancia con la orografía de España y con las principales líneas construídas; el estado todavía embrionario de nuestros ferrocarriles es causa que no haya ninguna línea que reúna todas las características del grupo *a*), aunque ahora se tiende a mejorar las grandes líneas para que llenen este objeto. En ellos la velocidad comercial será superior a 80 Km. por hora y llegará frecuentemente a 90 y 95. El grupo *b*) permite alcanzar grandes velocidades a los trenes; pero como algunas secciones no tendrán tráfico suficiente para la doble vía, la velocidad comercial no excederá de 50 a 55 Km. por hora. Estas líneas, a medida que vayan creando tráfico, pasarán al grupo *a*).

En las líneas del grupo *c*) los trenes de viajeros no alcanzarán velocidad media superior a 30 ó 35 Km. por hora, aunque permitirá pasar por ellas el material de los grandes trenes. El grupo *d*) comprende los ferrocarriles de poco tráfico cuya velocidad comercial no sea superior a 20 ó 25 Km. por hora, con explotación sencilla y material de tracción poco pesado; pero por tener igual ancho de vía que los de los grupos anteriores, permitirá que los vagones corrientes de diez toneladas circulen sin transbordo por todas las líneas de la red.

Tanto el grupo *d*), como los *c*) y *b*), son susceptibles de ascender en cotegoría, pudiendo llegar al *a*) por mejoras sucesivas y aumento de

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

la resistencia de su vía; obras que pueden ejecutarse durante la explotación. Finalmente, el grupo *e*) comprende aquellos ferrocarriles de interés local que la previsión humana juzga no han de alcanzar en poco tiempo el tráfico mínimo que requieren cualquiera de los grupos anteriores.

Completemos estas ideas con algunos ejemplos: la línea Torralba a Soria, aunque clasificada entre los ferrocarriles de interés general, ha de ser incluída en el grupo *d*); su vía es endeble, sus medios de tracción pequeños, su velocidad comercial solamente de 27,7 Km. por hora. El tráfico, ingreso bruto por kilómetro, consiste en la insignificante suma de 3.525 pesetas (1). Si se construye la línea Soria-Castejón, su vida será más extensa, y forzosamente es preciso mejorarla; este hecho sería bastante para elevarla en categoría, pasándola al grupo *c*), y aun si se estableciese un tráfico directo entre Pamplona, Soria y Madrid, podría pasar al grupo *b*); mas no reúne condiciones para ser clasificada en el grupo *a*) de arteriales, porque el consumo medio de la tonelada-kilómetro es elevado, y sería tan costoso llevar las mercancías de Madrid a Pamplona por Casetas como llevarlas por Soria, teniendo el llevarlas por aquella vía la ventaja de un tráfico más intenso. En cambio, el ferrocarril Santander-Burgos-Soria-Calatayud, clasificado como estratégico, si se construyese con vía estrecha, no satisfaría las condiciones que exige la defensa nacional, puesto que tienen distinto ancho de vía el Central de Aragón y los otros que cruza, a excepción del carbonero Robla-Valmaseda, ni satisfaría las necesidades comerciales, pues la unión de dos mares no se puede hacer con vía de ancho distinto, ni debe en rigor ser clasificado como secundario un ferrocarril que cruza cuatro provincias, que une un importante puerto con extensa zona, desprovista de vías férreas, y cuyo tráfico, desde el primer momento, será ocho o diez veces mayor que el de Torralba a Soria.

Lo quebrado de la Península Ibérica hace que sea muy costoso prescindir de las pendientes fuertes, y por eso nuestras grandes líneas tienen el defecto de llegar hasta el límite de 20 milésimas, que es preciso procurar reducir. No será fácil prescindir de este límite en todas las líneas radiales que arrancan de Madrid; pero sí que las del grupo *a*) no pasen de 16 milésimas, no alcanzado por la sección Burgos-Irún y Madrid-Zaragoza. En los grupos *c*) y *d*) el límite de las rasantes alcanzará éste más frecuentemente; pero sólo en casos extraordinarios ha de pasarle. Una rasante más fuerte ocasiona una *estrangulación* del tráfico que obliga a disponer de locomotoras más potentes y, por ende, reforzar la vía o dividir los trenes, disminuyendo la capacidad. Sola-

(1) Año de 1916.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

mente en los ferrocarriles locales la tolerancia puede ser grande, y con la tracción eléctrica susceptible de alcanzarse pendientes del 4 y 5 por 100.

UNIDAD DEL ANCHO DE VÍA.—Los grupos *a*), *b*), *c*) y *d*) deben ser construídos con vía de ancho normal. Esta opinión se halla tan extendida, que apenas necesita justificación. Ya en el nunca bastante elogiado informe de los Ingenieros Subercasse y Santa Cruz de 2 de noviembre de 1844 se defiende esta tesis, que la Comisión nombrada por el Gobierno italiano en 25 de agosto de 1879 confirma adoptando una clasificación para los ferrocarriles fundada en iguales principios, que la realidad más poderosa ha confirmado, como se desprende de los siguientes datos: en Prusia, con 67.860 Km. de vía férrea, el 88 por 100 son de interés general, y el 12 por 100 de interés local. De éstos, el 53,4 por 100 son de vía normal, con lo que resulta que el 93,2 por 100 del total es de vía normal. En Bélgica, el 55 por 100 son de interés general, y el 45 por 100, local, con un total de 52,85 por 100 de vía normal. En Irlanda, todos los ferrocarriles son de vía normal, y en Inglaterra, por excepción, hay uno con vía estrecha. En Francia, el 82,04 del total son de vía normal. En Portugal hay 3.267 Km.; de ellos, 2.670, de vía normal, el 81 por 100 del total. En España existen 15.643 kilómetros de ferrocarril en explotación, de los que 13.882 son de vía normal; la relación es, por consiguiente, de 84 por 100 del total, y si se ejecuta el plan actual de ferrocarriles secundarios, estratégicos, complementarios y transpirenaicos (1), sumarán un total de 29.375 kilómetros, de los que 15.053 serían de vía normal; la relación, por consiguiente, de 51 por 100, con lo que quedaríamos en un lugar poco favorable respecto de las demás naciones, perdiendo además el puesto relativo que ocupamos ahora. Por otra parte, los transbordos interiores tienen más importancia para el tráfico que los de la frontera (2); y si hasta hoy en España no se ha tropezado con esa dificultad es porque la mayor parte de los ferrocarriles secundarios se han construído paralelos a la costa con escaso tráfico de mercancías. Mas si se extienden al interior de la Península, las dificultades irán creciendo; y como tampoco han sido planeados en forma que constituyan una red susceptible de ser explotada económicamente y de resistir la competencia de las grandes Empresas ferrocarrileras, resulta que, a pesar de los esfuerzos del Estado y de la garantía del 5 por 100, los ferrocarriles secundarios

(1) Prescindiendo del directo Madrid-Algeciras, que no tiene estado legal.

(2) La última ley de Ferrocarriles secundarios fracasó por causa de la unidad de vía, defendida elocuentemente en el Congreso por los Sres. La Cierva y Salas Antón.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

no se hacen, quedando reducidos los pocos que han tenido existencia real a un negocio de construcción, motivo por el cual se han exagerado notablemente los gastos de aquélla. Los ingresos por kilómetro son tan reducidos, que, según se ve en la obra de Cambó *Elementos para el estudio del problema ferroviario español,* no son suficientes en algunos para pagar los gastos de explotación, y en otros dejan un exceso insignificante. Aunque el Estado tenga la obligación de atender a estas necesidades, no puede planear las vías férreas en forma que sus insuficiencias alcancen cifra tan excesiva, porque, en este caso, sería más conveniente emplear el dinero de la Nación en desarrollar otras riquezas. Por tanto, si el plan de ferrocarriles secundarios se hace con las bases expuestas, puede tener una existencia real, hágalo el Estado o los particulares.

Auxilios del Estado y administración directa.—Entre las diversas formas de auxilio del Estado, se destacan las empleadas en Francia, que garantiza los empréstitos de las Compañías después del plazo de reversión de éstos; sistema complicado, muy discutido, cuyos resultados no satisfacen, porque la Nación es esclava con esto de la iniciativa de las Empresas, creando una situación de derecho que puede dar lugar a enredos y dificultades sin cuento. Claro es que este sistema es sólo aplicable a los ferrocarriles en explotación.

La garantía de interés del capital tiene el defecto de no compensar los gastos de construcción, tendiendo a que las Compañías miren más este negocio que el de explotación. Otro vicio tiene este sistema, y es que el Estado, al asegurar la garantía de interés, paga el corretaje muy elevado (un 20 por 100 del valor de la obra), que banqueros e intermediarios exigen para procurarse el capital de construcción, y que el Estado, por su mayor crédito, obtiene con menor tanto por ciento y sin grandes esfuerzos. Esta es una de las más poderosas razones para la construcción de los ferrocarriles por cuenta del Estado.

Asegurar una subvención fija por kilómetro de línea es defectuoso, porque ha de fijarse especialmente para cada una si se han de subvencionar sobre bases justas los diversos ferrocarriles.

La reversión al Estado de los ferrocarriles de interés general españoles posee la desventaja de exigir una serie de peritajes laboriosos y largos; pues aunque el artículo 44 del pliego de condiciones generales fije los límites en que ha de desenvolverse el precio de una línea, como los caminos de hierro españoles no alcanzan el límite superior, las Empresas alegarían pretendidos beneficios, y sería indispensable el peritaje, que crearía situación poco airosa a los Ingenieros que en él interviniesen, siendo difícil llegar al término de las gestiones, por lo que el sistema se desacreditaría.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Queda otra solución, que en el fondo es la misma, pero cuyos procedimientos son distintos; nos referimos a la constitución de un gran sindicato, cuyo principal accionista fuese el Estado, poniendo el capital necesario para la mejor ampliación de las líneas actuales y construcción de nuevas vías, y de la que debieran formar parte las Compañías existentes. A medida que tuviera lugar la reversión de una línea, las acciones correspondientes pasarían a poder del Estado. No desconocemos los inconvenientes de este sistema, que si bien triunfaría completamente cuando las obras de ampliación o nueva construcción proyectada fuesen consecuencia del aumento de tráfico, se desarrollaría con dificultad si lo exigiesen consideraciones de defensa nacional o intereses primordiales de la Nación y hubiese que ejecutarlas aun siendo antieconómicas; además, el reparto de cargas sería engorroso; pero, a pesar de todo, es el procedimiento que goza de mayor masa de opinión, manifestada ya en el año 1902, patrocinándole la Liga Vizcaína de Productores y puesto en práctica por Alemania para la ejecución de toda clase de obras (ferrocarriles principalmente) con éxito lisonjero, y que ha sido propagado con entusiasmo por el catedrático de la Escuela de Comercio de Madrid Sr. Bartolomé y Mas.

Es, sin duda, el único procedimiento que consiente ligar de una manera más completa la iniciativa privada al Estado, interesando a los ciudadanos, individual y colectivamente, en un solo ideal, el del engrandecimiento de la Patria, permitiendo la acción armónica de las Corporaciones populares e industriales, que serían otros tantos accionistas, y constituyendo, en fin, un conjunto lo más completo posible de todas las fuerzas vitales del país, primeras interesadas en que el sistema circulatorio se desarrolle sobre bases sólidas que permitan su apogeo.

Otra ventaja tiene el sistema: la de que interviniendo las actuales Compañías en su constitución, puede aprovecharse su organización actual, que si bien dista mucho de ser buena, es difícil de improvisar, por el personal numeroso que requiere y complejidad de sus servicios. Se evitaría de este modo el fracaso momentáneo del Estado en la explotación de los ferrocarriles, como ocurrió en Italia y Suiza, y paulatinamente los organismos administrativos podrían prepararse en la técnica ferroviaria para que en el momento de la reversión al Estado, éste se hallase perfectamente capacitado para desempeñar su misión, aunque quizá tampoco entonces conviniera fuese el único accionista de la Compañía, siendo más ventajoso tuviese intervención la iniciativa privada, con lo que la Nación no caería ni en exceso de comunismo ni tampoco en un individualismo arcaico, que constituye un obstáculo serio a las grandes iniciativas.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Tarificación.—Es el asunto más intrincado y que ha originado mayores controversias: los comerciantes e industriales piden continuamente su rebaja, a veces con alguna irreflexión; el Estado tiene que poner precios reducidos para algunos productos de vital interés para la Nación; las Compañías han de patrocinar tarifas diferenciales que las defiendan de la competencia marítima y les permitan luchar en buenas condiciones con las demás; y en esta colisión de intereses suele padecer principalmente la economía nacional, porque la cuestión no se estudia desde un punto de vista general, siendo consecuencia de ello que se impongan al tráfico rodeos, que falte la proporcionalidad con el coste de transporte de mercancías, que haya incongruencias notables, que no se consiga ni siquiera aprovechar las ventajas de la competencia de unos ferrocarriles con otros, y que éstos, constituyendo un *monopolio práctico,* se utilicen con tan poca fortuna, que aproveche poco el material móvil y se pierda una cantidad de riqueza tan considerable.

Otro punto importante es el distinto valor del dinero: si antaño las tarifas eran a todas luces elevadas, hoy el problema es distinto, porque los gastos aumentan en progresión creciente, y del mismo modo que los individuos y las colectividades han aumentado sus ingresos, las Empresas ferrocarrileras tienen que pagar más caros todos sus artículos, especialmente los jornales, siendo preciso, para hacer frente a estas necesidades, aprovechar de un modo más completo los ferrocarriles con una acción de conjunto, única para toda España, que funda la tarificación, no sólo teniendo en cuenta el valor de las mercancías, sino haciéndolo en primer término *proporcional a los gastos de tracción.* También las tarifas de mercancías, como las de viajeros, y especialmente estas últimas, han de ser proporcionales a la *velocidad de transporte,* porque es preciso divulgar por todos los medios que la velocidad es cara, que sólo se consigue a fuerza de dinero, y que para que tengan interés las administraciones ferroviarias en desarrollarla, es preciso que se abone separadamente. Por esto es un desatino que en los trenes rápidos no se pague un suplemento de velocidad en todas las clases, como se hace en Alemania, Inglaterra y otros países, y, en cambio, se abone suplemento por los coches-butacas, porque aun siendo justo que se indemnice a las Compañías por un mayor peso muerto por viajero, la realidad ha impuesto los coches sobre carretón, lo mismo para las clases de lujo que para las corrientes de 1.ª, 2.ª y 3.ª, y entre los coches-butacas y un primera solamente la diferencia es pequeña y poco digna de ser tenida en cuenta.

Ha de procurarse asimismo que todas las regiones productoras estén dotadas por ferrocarriles de igual clase, que den salida a sus productos, estableciendo únicamente excepciones para aquellas mercan-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

cías que creen corrientes especiales de tráfico de interés vital para la Nación, huyendo siempre de favoritismo y de disposiciones casuísticas o arbitrarias. Las tarifas deben redactarse con claridad y sencillez; única manera de que la gente se entere y pueda aplicar en cada caso particular la que juzgue más conveniente. Se evitarán así oposiciones injustificadas, y al concordar los intereses de las regiones sobre bases justas y científicas, se habrá conseguido desaparezca el antagonismo existente entre las Administraciones ferroviarias, el Comercio y la Industria; circunstancia que se favorecería extraordinariamente si llegase a realizarse la explotación por una acción conjunta del Estado y la iniciativa privada; pues al participar ésta de la administración de los ferrocarriles, sería la primera interesada en aumentar su rendimiento y, por otra parte, el Estado no andaría indeciso, inclinándose, a veces un tanto insconscientemente, ya a las Compañías, ya al público.

Acción única.—Constituyendo el ferrocarril un monopolio de *hecho,* aunque no de derecho, es preciso que la organización de la red ferroviaria obedezca a una *acción única,* no sólo en lo referente a la *tarificación,* cuya necesidad es notoria, sino también en cuanto al desarrollo y explotación de los distintos servicios, tanto de mercancías, como de viajeros. Se establecerían así *corrientes naturales,* evitándose aquellos transbordos cuya única razón consiste en el cambio de entidad explotadora; se simplificarían los servicios, y tanto el material fijo de estaciones, como el móvil, podría utilizarse con un *máximo rendimiento,* influyendo también esta unidad de acción en los proyectos y construcción de nuevos ferrocarriles, evitando se construyesen *líneas paralelas* con los que el capital a éstas destinado pudiera emplearse en ejecutar mayor número con vía de ancho normal, suponiendo esto inmensa importancia para la economía nacional.

Alemania es la nación que ha aprovechado mejor, proporcionalmente, las ventajas de la acción única, explotando el Estado directamente los ferrocarriles con una organización inteligente y permitiendo obtener al capital un interés del 6 por 100 anual, desconocido en esta clase de negocios, a pesar de ser el país en que las tarifas de mercancías eran más reducidas y contar con un servicio, tanto de aquéllas como de viajeros, digno de los mayores elogios. Fiel a su norma, piensa actualmente electrificar sus líneas, adoptando una solución de conjunto, a fin de que el coste de la energía sea reducido y la permita ahorrar numerosas cantidades de carbón, calculando así pagar las indemnizaciones exigidas por sus vencedores. La solución es muy oportuna, pues para la electrificación es de suma importancia estudiarla desde un punto de vista general, con soluciones de conjunto, a fin de que el material de tracción sea intercambiable; no olvidando que si bien existen loco-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

motoras que pueden indistintamente circular con clases diferentes de corrientes, es a costa de devanados suplementarios en los motores, lo que supone el arrastre inútil de un mayor peso muerto, que debe evitarse.

Otra ventaja de la electrificación consiste en evitar el refuerzo de la vía de muchas líneas, por requerir las locomotoras menor peso por caballo de fuerza y mejor aprovechamiento del peso muerto para la adherencia con la vía que requiere el arrastre de los trenes, y no es despreciable tampoco la de permitir a poca costa la continuidad en la circulación por los puestos de las cordilleras en épocas de grandes nevadas, lo que fácilmente se consigue con el paso muy frecuente de automotores o locomotoras quitanieves.

Inglaterra y los Estados Unidos son el prototipo de las naciones en que la industria ferroviaria ha estado entregada a la iniciativa particular; y aunque la primera ha conseguido obtener de sus ferrocarriles un interés del 5 por 100, es lo cierto que hoy, después de la guerra, se piensa nacionalizarlos; y respecto de la segunda, diremos que, durante aquélla, el Estado se ha incautado de toda la red ferroviaria, asegurando a las Empresas iguales ingresos que antes de la lucha y buscando en la acción única una solución a los pavorosos problemas de transporte que se presentaron.

En España, el proyecto de una red general de líneas eléctricas con 100.000 voltios de tensión, que se nutriría de grandes centrales hidroeléctricas y térmicas a bocamina, que quemasen los menudos de carbón, es una idea que tiene gran importancia, y es de primordial interés para la electrificación de la red española, con lo que se evitaría el transporte, siempre costoso, dada la orografía de la Península, de millones de toneladas de hulla, obteniéndose un ahorro para la economía nacional de mucha transcendencia.

Sea, por consiguiente, el Estado sólo, o éste, unido a la iniciativa privada, el que explote las vías férreas, es indispensable una organización única que obtenga el máximo rendimiento de la red ferroviaria, que nunca podrán alcanzar las actuales Empresas, para que desaparezcan las anomalías de transbordos, tarifas, y se ahorre la construcción de líneas paralelas en beneficio general del país. En este punto nos parece aún poco amplia la concepción de Cambó, que pide la explotación de las líneas férreas por sólo dos Compañías del Norte y Sur de España, y que, entre otras desventajas, tendría quizá la de continuar los transbordos en Madrid, con evidente perjuicio de todos los intereses, y en especial del de comunicaciones postales, cuya solución de continuidad en la Corte constituye una vergüenza para España, que hay que evitar a todo trance.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

CAPÍTULO III

ferrocarriles internacionales.

Los que se relacionan con España.—Prescindiendo de los ferrocarriles internacionales que interesan a un solo continente y aun de los que, afectando a Asia, Africa y América, no tienen relación inmediata con la Península Ibérica, es evidente que todas las regiones del Norte de Europa, Finlandia, Suecia, Dinamarca, etcétera, en sus relaciones con el Sur, han de comunicarse mediante ferrocarriles que afluyan a la línea París-Estrecho de Gibraltar en la primera de dichas ciudades a esta arteria. A ella se unirá en París el tráfico de Inglaterra, que es probable no tarde en cruzar el canal de la Mancha por un túnel submarino. La capital de Francia será también el centro adonde se enlace la gran vía Vladivostock-Moscou-París, que una Siberia, China y el Japón al Occidente europeo. De esta línea se destaca en Samara la que, cruzando el Turkestán y pasando por Bokhara y Samarkanda, termine en las fronteras de Afghanistán y se enlazarán más tarde con los de la India. A dicha línea afluirá con el tiempo otra que, partiendo desde las proximidades del lago Baikal, se dirija al estrecho de Behring, tocando el mar de Okhotsk, cruzando Alaska y enlazando en las proximidades de Puerto-Essington con los ferrocarriles del Canadá, y aun esta vía podría no tener soluciones de continuidad si se cruzase el estrecho de Behring por un túnel submarino, lo que sería más fácil que el de Gibraltar, pues aunque su anchura es de 92 Km., existen tres islas (Diomedes, hacia la mitad próximamente) que facilitarían el trazado del túnel. La profundidad máxima es en este estrecho de 90 m., y aunque superior a la de 40 m. del canal de la Mancha, no llega, ni con mucho, a la del estrecho de Gibraltar. De esta forma se podría ir desde la Europa occidental a Nueva York sin travesía marítima, aunque el tiempo invertido sería mayor por muy perfectas que fuesen las comunicaciones. Otra gran línea, que también afluirá en París a la arteria Norte-Sur europea, es la del paralelo 45, que en la Conferencia de la Paz ha sido objeto de especial predilección, a fin de desviar tráfico de los países germanos. De París, la nueva línea sigue a Lyón, donde se nutrirá con el tráfico fluvial del Ródano, cruzará Italia, pasando por Milán, su primera población industrial; tocará el Adriático en Trieste, y continuando a cruzar el Danubio por Belgrado para seguir por Bucarest, bifurcándose en dos ramas, una cuyo término será Constantinopla, y otra Odessa. Pero estas poblaciones, aunque momentáneamen-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

te sean cabeza de línea, con el tiempo serán simples estaciones de tránsito, y desde Odesa el ferrocarril seguirá tocando el mar Caspio y el de Azof por su parte Norte, y se internará en el Turkestán, desde donde se destacarán tres ramas: una, que enlazará con el transiberiano en las proximidades del lago Baikal; la principal, que, inclinándose un poco al Sur, seguirá la ruta de las grandes caravanas y se dirigirá a Pekín, y un trozo que cruzará el misterioso Thibet, y atravesando el Himalaya, constituirá una nueva unión con los ferrocarriles de la India.

En Constantinopla, la línea del paralelo 45° cruzará el Bósforo, el estrecho del Mundo más fácil de ser atravesado por un ferrocarril, sea con puente o por túnel submarino: basta recordar que su anchura mínima es de 660 m. en Rumeli-Hissar; la máxima, 3.300 m., en Bojukdere; la profundidad mínima, 27, y la máxima, 120 m., y que en la antigüedad Darío construyó un puente para pasar un ejército contra los escitas. Cruzado el estrecho, la línea por el Asia Menor se dirige a Alepo, donde se bifurca, yendo una de las ramas a Bagdad y Basra, en el golfo Pérsico, la que se unirá a través de Persia y el Beluschistán a los ferrocarriles de la India, y otra que por Siria y Palestina llegará al canal de Suez para unirse en el Cairo a los ferrocarriles africanos.

Unión con los ferrocarriles ibéricos.—Reseñadas las grandes líneas mundiales, veamos la unión de nuestros ferrocarriles con ellas. Madrid, centro geográfico de la Península, concentra las comunicaciones de la parte meridional, y está en la arteria Norte-Sur que desde París se dirige al estrecho de Gibraltar. Para alcanzar la línea del paralelo 45°, el camino más corto es Madrid-Port-Bou, que continuará en Francia por la costa azul, cruzando Marsella, para unirse en Milán a la línea antes descripta.

De aquí se deduce que, para España, se destacan dos ferrocarriles de un interés superior a los demás: la línea Estrecho Gibraltar-Madrid-Irún-París y la Madrid-Port-Bou.

Otra necesidad es el servicio de los puertos del Atlántico, La Coruña, Vigo, Oporto, Lisboa y Cádiz, puntos de partida de las grandes líneas trasatlánticas que unen Europa a Nueva York, de la que Vigo y Cádiz ocupan lugar preeminente para España; el primero, por ser el punto más cercano a la ciudad neoyorquina de Europa, y el segundo, por ser el más meridional de la Península y estar en situación favorabilísima para sus comunicaciones con Canarias y América del Sur. No hay que desconocer la importancia de los puertos de Lisboa y Oporto de la vecina nación, cuya situación es muy conveniente para las comunicaciones con las Antillas y la América Central. Todos estos puertos han de estar enlazados con la arteria Norte-Sur, y es preciso que Es-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

paña dedique especial atención a la mejoría de estas comunicaciones ferroviarias.

El paso del estrecho de Gibraltar.—Los planos hidrográficos del estrecho, hechos por la Dirección general de Hidrografía, han sido puestos en duda por algunos oceanógrafos, haciendo objeciones de importancia al procedimiento de medir las grandes profundidades y reconociendo la necesidad de comprobarlos, a cuyo efecto tenemos entendido se ha nombrado una Comisión internacional, que preside el ilustre oceanógrafo Sr. Odón de Buen; pero todos están conformes en que las profundidades mínimas que se encontrarán no serán inferiores a 200 metros, no hallándose estas sondas precisamente en la línea Algeciras-Ceuta, como parece indicar el puerto, término que se ha elegido para la línea internacional París-Algeciras. En tales planos se ve que para buscar las profundidades mínimas, el túnel submarino ha de desarrollar un arco de 72 Km. de longitud, con una flecha de 12 y una cuerda de 65 Km.; partiendo de Cabo Trafalgar y terminando en Punta Malabata, en las proximidades de Tánger (1).

Se ve, por consiguiente, que no ha presidido el mayor acierto en la elección del puerto, término de la nueva línea internacional, aunque ha de reconocerse que como está lejano el día que se pueda cruzar el estrecho por un túnel, Algeciras constituye un excelente puerto para la travesía mediante *Ferry-boats*.

El paso del estrecho, aunque las profundidades no excedan de 200 m., ofrecerá dificultades extraordinarias, que es prematuro juzgar si podrán ser en la actualidad vencidas. Uno o varios colosales tubos que se apoyen en el fondo del mar formarán el túnel; y las garantías de impermeabilidad que han de ofrecer habrán de ser extraordinarias para que la seguridad sea completa. La presión del agua sería cinco veces superior a la que existirá en el Canal de la Mancha; y si bien el empleo de dobles o triples tubos y compartimientos-estancos permiten garantías especiales, no ha de olvidarse que al coste de la obra, fabulosamente cara de por sí, hay que agregar lo que exijan estas seguridades. En la conferencia que D. Natan Suss, ex director de los Ferrocarriles de M.-Z.-A., dió en la Sociedad francesa de Ingenieros civiles el día 4 de julio de 1919, se exponen dos propuestas de túnel del estrecho, que no merecen mención especial y se recuerda el ideado por el

(1) Con este trazado se ahorraría probablemente la mayor parte de los túneles de acceso; y respecto de las pendientes, tal vez podrían conservarse en el límite superior de 15 milésimas; ventajas que compensarían con creces el aumento de longitud sobre la parte más corta del estrecho.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Ingeniero español de Caminos D. Carlos Mendoza, que, como conoce el Congreso, está formado por una serie de colosales puentes suspendidos de boyas, y constituídos por tubos de acero, por los que circularían trenes ligeros, verdaderos tranvías que llevarían los pasajeros y la correspondencia, mas no las mercancías pesadas. Prescindiendo de las garantías especiales de seguridad que exige el *anclaje* de las boyas, de las dificultades del montaje del puente y de lo frágil de la obra para casos de defensa nacional, es lo cierto que la idea propuesta no satisface las necesidades del ferrocarril internacional, porque lo más importante es que sirva para el transporte de mercancías pesadas. Por otra parte, es notorio que actualmente no existe tráfico que compense los gastos que ocasionará el túnel submarino, y que, aun guiados por un exceso de imaginación, no es posible prever que lo haya, ni siquiera dentro de cincuenta años de su construcción, si hoy se emprendiera.

Los ferrocarriles africanos y el París-Dakar.—Dos grandes arterias se dibujan desde luego en Africa: el ferrocarril del Cabo al Cairo, que enlazará por intermedio del Canal de Suez con los de Asia, y el del Cabo a Tánger, el que se unirá a la arteria europea Norte-Sur.

El ferrocarril Cabo-Cairo, cuya construcción está muy adelantada, permitirá ir desde Londres a la ciudad del Cabo con sólo unos 2.500 kilómetros de recorrido más que por la línea Londres-París-Gibraltar-Cabo; y a pesar de ser importantísima esta cifra, no llegará a un 15 por 100 de la longitud total, con la ventaja inapreciable para el tráfico británico, que es el más importante, de ser inglés todo el territorio por donde circulará la línea entre la ciudad del Cabo y el Cairo. Además, esta línea sigue, en una extensión aproximada de la mitad de su recorrido, el río Nilo, sin que en la otra mitad se salven cordilleras de importancia. Su perfil longitudinal será, por consiguiente, bueno.

La otra arteria del Cabo a Tánger servirá el Africa del Sur, las antiguas colonias alemanas, la rica posesión portuguesa de Angola; cruzará el Congo, sirviendo a las colonias belga y fransesa; atravesará la Guinea española, y, siguiendo el valle del gran río Níger, pasará por Tumbuktu y cruzará el Sahara, probablemente utilizando el paso del oasis Silet entre los dos macizos montañosos que se destacan en dicha parte del desierto. Huirá así todo lo posible de las dunas saharianas, para cruzar las cuales son necesarios lentos trabajos de corrección forestal incompatibles con la celeridad que los planes colonizadores de Francia en Africa quieren imprimir a la construcción de ferrocarriles. Pasado el Sahara, la línea cruzará el gran Atlas, y se unirá en Fez al ferrocarril marroquí Tánger-Fez, no sin antes enlazar con los argelinos en el oasis de Tafilete, con lo que Francia espera desviar en provecho propio parte del tráfico cuya vía natural es a través de España por Gi-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

braltar. Esta es una de las razones en que se funda el Jefe de la Comisión que estudió el proyecto del ferrocarril Madrid-Frontera francesa para defender con entusiasmo la nueva línea, presentando un mapa de una obra acerca del imperialismo francés, en la que se señala la ruta París-Dakar como una corriente al tráfico general. Esta línea se unirá en Tánger a la línea París-Estrecho de Gibraltar, y siguiendo la zona próxima a la costa, llegaría a Dakar, cruzando nuestra colonia del Río de Oro y favoreciendo extraordinariamente las comunicaciones con América del Sur y Canarias. La travesía marítima entre Europa y América se reducirá al viaje de Dakar a Pernambuco, donde nuevamente se tomará el ferrocarril para seguir el viaje a Buenos Aires, internándose hasta cerca de Rosario, para poder salvar el Río de la Plata.

También proyectan los franceses una ramificación de la gran línea Cabo-Tánger, que desde Silet vaya al lago Tchad, y pasando por Ciudad Stanley, se una en Katanga a la arteria Cabo-Cairo, línea que, aunque es más larga, tendrá más probabilidad de realizarse por tener un tráfico superior a la que se aproxima a la costa, aunque ésta sirva un mayor número de intereses nacionales.

Es digno de notarse que estas grandes líneas africanas piensan realizarse con vía de 1,44 m., carril de 45 Kg. (1), curvas de 750 m. y, por excepción, de 300; rampas máximas de 10 milésimas y, en algún caso extraordinario, 15; trenes pesados de 800 toneladas, tracción eléctrica y material especialmente cómodo; y que, por consiguiente, si se enlazasen con el anteproyecto actual de ferrocarril París-Algeciras por los Alduides con rampas hasta de ¡25 milésimas!, curvas muy numerosas de 300 m., tracción eléctrica con trenes de 250 toneladas como máximo, sería un caso análogo a la alianza que ofrecía un pigmeo a un gigante.

CAPÍTULO IV

Problema fundamental del ancho de vía.

NECESIDAD DE CONSERVAR UN SOLO ANCHO DE VÍA EN LOS FERROCARRILES DE LA PENÍNSULA IBÉRICA.—Con este título, la Comisión burgalesa presentó al Congreso internacional de Ciencias, de Bilbao, una ponencia en la que trató *in extenso* este problema; la ilustración de este Congreso y el haber repartido impreso dicho trabajo, que ha de

(1) Véanse los proyectos planeados por iniciativa de Barthelot en la *Revue Générale des Chemins de Fer* del año 1914.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

considerarse formando parte de esta Memoria, inhiben a la Comisión de repetir y tratar esta cuestión con detalle, a pesar de que es la de mayor *transcendencia e importancia de todas* y la que requiere más detenido estudio, no efectuado aún por el Gobierno.

Las conclusiones que se han deducido de este estudio, que coinciden en su esencia con las aprobadas por el Congreso de Bilbao, se han incluído entre las generales que se desprenden de este trabajo. A pesar de su importancia, son algo tan evidente, que sólo un olvido consuetudinario puede justificar su recuerdo; y para que se vea que la universalidad de estas ideas es completa, puede leerse la conferencia de Süss, a la que antes hemos hecho referencia y en la que expone como solución indispensable el estrechamiento de toda la red ferroviaria, en el caso de optar por la vía de 1,44 m. Y no sólo es Portugal el que está de acuerdo con Burgos en esta cuestión, prestándole su valiosa ayuda y colaborando la Asociación de Ingenieros civiles portugueses con un trabajo sobre el mismo tema en el Congreso de Bilbao, cuyas conclusiones fueron refundidas con el de Burgos, sino que la Cámara española de Bayona, a pesar de vivir en un ambiente propicio a la vía francesa de 1,44 m., es partidaria de que en España se conserve el ancho actual de 1,67 m.; prueba evidente de que la conveniencia del cambio requiere detenido estudio. De cualquier manera que sea, la *necesidad absoluta de la unidad* es reconocida por propios y extraños, y sólo espera la resolución gubernamental, que es de creer no se haga desear, cuando este Congreso, como esperamos, ratifique el criterio del de Bilbao.

CAPÍTULO V

Trazado del ferrocarril directo París-Algeciras.

Consideraciones generales.—Antes de entrar en el estudio detallado de *todos los trazados razonablemente posibles,* hemos de hacer algunas consideraciones sobre el interés y la importancia enormes que para toda la Península Ibérica tiene la elección de uno u otro.

Es indudable que del eje de nuestro sistema ferroviario que, desde Irún hasta Cádiz, cruza España por Burgos-Medina del Campo-Alcázar de San Juan-Córdoba y Sevilla, se destacan todas las bifurcaciones que sirven a las demás regiones españolas y a Portugal. Si el eje se cambia, forzosamente han de variarse los enlaces de las demás líneas; y al afectar a tantos intereses nacionales y a una nación hermana, como Portugal, bien puede decirse que el trazado tiene un interés internacional ibérico. No es, por consiguiente, cosa baladí que éste sea uno

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

u otro; y prescindiendo de que pase o deje de pasar por poblaciones como Pamplona, Soria, Logroño, Guadalajara, San Sebastián, Vitoria, Burgos o Segovia, bien merece un estudio detenido. El trazado del anteproyecto oficial está hecho con el pie forzado de pasar por Soria y Pamplona, y la responsabilidad en que han incurrido los que, sin estudio bastante de la cuestión y con inconsciencia notoria, los fijaron es grande; no podrán quejarse el día que sufran acerbas censuras de dichas ciudades, a las que han hecho concebir ilusiones que la *realidad orográfica y económica* de España se encargará de destruir. La Comisión que estudió el proyecto no se preocupó de justificar los *puntos de paso,* elegidos para el trazado, como *repetidas veces* hace notar el luminoso informe del Consejo de Obras públicas, no sólo al hacer el análisis del trabajo de cada una de las secciones, sino muy especialmente al juzgar el de conjunto de la Comisión. Su principal obligación quedó incumplida, y esto sólo se explica por haber pesado sobre el proyecto el fatalismo de un poder oculto; la familiarización con aquél justifica el cariño hacia el mismo y la preocupación de sus autores de defenderle.

Peticiones aun no atendidas.—Fundado en un informe de los Ingenieros burgaleses (los asesores de esta Comisión) a la Cámara de Comercio de Burgos, las Corporaciones burgalesas y otras muchas provincias elevaron al Ministro de Fomento razonadísima instancia, pidiendo variación del trazado. Uno y otra han sido repartidos profusamente, y seguramente serán conocidos de todos los Congresistas, por lo que no creemos sea necesario extractarlos. Informada la instancia favorablemente por el Consejo de Obras públicas, aun no ha sido resuelta; y para que este ilustrado Congreso pueda juzgar de las peticiones de la Comisión, a continuación se copian los acuerdos de las fuerzas vivas de Burgos, en la reunión de 16 de junio de 1919, los que, a juicio de esta Comisión, debían constituir el articulado de la Real orden que resolviese en justicia la petición formulada. Son los siguientes:

"El anteproyecto oficial del ferrocarril Madrid-Dax por Soria-Pamplona y los Alduides fué informado por el Consejo de Obras públicas en pleno, y en el dictamen correspondiente se manifestaba que era *forzado el no pasar por Irún,* que se debían estudiar todas las *soluciones razonablemente posibles,* entre ellas una "a la izquierda de Logroño", buscando al Oeste un puerto de la cordillera Ibérica más asequible, y que no se fijaban las condiciones de detalle necesarias para el estudio definitivo del ferrocarril, por creer el Consejo que, como consecuencia de sus observaciones, se impone "una variación general de la traza".

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Bastaba, por consiguiente, tan luminoso dictamen para que el Gobierno ordenase fundadamente el estudio de todas las demás soluciones posibles; pero como no ha sido tenido en cuenta, las Corporaciones burgalesas y de otras provincias elevaron al Excmo. Sr. Ministro de Fomento una instancia, que ha sido informada favorablemente por la Sección de Ferrocarriles del Consejo de Obras públicas, en la que dicho alto Cuerpo se ratifica en su informe anterior, manifestando la conveniencia del estudio del ferrocarril por el puerto de Somosierra de la cordillera Carpeto-Vetónica, de todos los pasos posibles en las divisorias Duero-Ebro, entre las que, como el puerto de la Brújula es el más bajo, no puede ser excluído de los estudios.

Finalmente, hace resaltar que al decir en su dictamen anterior "debe tantearse la posibilidad del paso de la frontera entre los Alduides e Irún", "no quedaba excluído este último punto por el que abogan los reclamantes", repitiendo nuevamente que es indispensable hacer estudios comparativos para que, contrastadas entre sí todas las diversas soluciones, pueda elegirse la que reúna mayor número de ventajas.

El Consejo estima además que, en igualdad de condiciones, son preferibles las soluciones que se desvíen al Oeste de la línea recta, como ya había indicado en su dictamen anterior y como lo reconoce la misma Comisión oficial que estudió el anteproyecto en la Memoria del mismo.

Como resumen de las razones que en el expediente del proyecto han alegado los Centros oficiales del ministerio de Fomento a favor de los trazados que se derivan al Oeste de la línea recta, y considerando la economía tan enorme que supone el aprovechamiento de líneas existentes, no sólo por el ahorro en la construcción del ferrocarril, sino también por no destruir intereses respetables creados al amparo de la legislación vigente, las fuerzas vivas de Burgos, representadas por la Comisión burgalesa de Iniciativas ferroviarias, desean que el excelentísimo señor Ministro de Fomento resuelva en el plazo más breve posible la referida instancia, disponiendo:

PRIMERO. Que, ínterin no se estudien todos los anteproyectos *razonablemente posibles,* se suspenda por la Comisión oficial encargada de este estudio todo otro que tenga carácter definitivo.

SEGUNDO. Que entre las demás soluciones razonablemente posibles para el trazado de un ferrocarril directo entre Madrid y París, se estudie la propuesta por las Corporaciones burgalesas, pasando por Irún y por los puertos de la Brújula y Somosierra, en las cordilleras Ibérica y Carpeto-Vetónica, debiendo, además, hacerse el estudio de la utilización de la actual línea Burgos-Irún para que forme parte de la nueva vía.

TERCERO. Que para activar en lo posible el estudio del proyecto,

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

la Comisión oficial actualmente constituída se ocupe en el estudio comparativo de todos los trazados que se desvíen al Este de la línea recta Madrid-París, y que se nombre una nueva Comisión que estudie los trazados que se desvíen al Oeste de la misma.

CUARTO. Que una vez redactados todos los anteproyectos, se abra una amplísima información pública, concediendo un plazo prudencial para que puedan concurrir los particulares y provincias interesadas, de acuerdo con lo que determina la ley general de Ferrocarriles de 1855, no derogada por la legislación actual. Este plazo debe ser largo, a fin de que los interesados puedan tomar datos de campo y redactar proyectos de variantes si no les satisficiesen los anteproyectos oficiales.

QUINTO. Que sobre todos los anteproyectos oficiales y sobre la información pública dictamine el Consejo de Obras públicas en pleno.

Como se ve, la demanda no se basa en mezquinos intereses de localidad: se pide únicamente se traduzcan en disposiciones de carácter práctico las ideas del más alto organismo técnico-oficial en estas materias, cual es el Consejo de Obras públicas, y que se concedan las garantías necesarias (cláusulas 4.ª y 5.ª) para que los anteproyectos que se desvíen al Oeste desde la línea recta París-Irún-Madrid se estudien con igual cariño que los del Este.

La Comisión ha tenido la satisfacción de que su gestión sea elogiada unánimemente por todas las personas imparciales, y la de que todas las representaciones de Palencia, haciéndose solidarias de esta campaña, acudieran, en unión de la misma, a ratificar la petición al ilustre palentino D. Abilio Calderón, a quien se entregaron en dicha entrevista las primicias del estudio presentado al Congreso de Ciencias, de Bilbao, que concretan las peticiones en lo referente al ancho de vía. También le han reiterado su adhesión el Ayuntamiento de Santander y aprobado en todos los extremos la gestión de la Comisión la Diputación de Vizcaya, habiendo sido también expresamente recomendados sus acuerdos a los representantes en Cortes de Zamora por la Diputación de aquella provincia.

Aunque hemos de insistir con tenacidad para que se resuelva la instancia, como estamos en posesión de la verdad, no tememos la discusión: acudimos con fe a este Congreso, esperando que su fallo ha de ser el mejor broquel contra los que obstruccionan resolución tan justa.

Como verá la Sección que estudie los documentos de esta ponencia, hay sobradísimas razones para deducir que la mejor comunicación entre Madrid y París es por Irún y Burgos; mas aunque aquéllas no fueran tan *claras y evidentes,* el dictamen del Consejo de Obras públicas debe acatarse, y con el mismo derecho que el Estado hace un antepro-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

yecto por Soria y Pamplona, ha de ejecutar, inspirándose en la justicia, otro por Somosierra e Irún. Por eso, Burgos rechaza la idea propuesta por algunos de hacer por sí el anteproyecto; pues aparte de que siempre pudiera tildarse de apasionado, no sería justo ni equitativo que lo que el Poder público otorga a otras provincias, lo niegue a las que están al Oeste de la línea Irún-Cabo San Vicente. Por esta razón, aun tratándose solamente de los *intereses locales,* no merecerían ser desatendidos; mas, si se tiene en cuenta que la integración de todos esos elementos constituyen por sí un interés nacional, si otros más importantes aún no lo justificasen, se acrecienta la imprescindible necesidad de verificarlo. Así lo reconoce el Consejo de Obras públicas cuando dice que "*en igualdad de condiciones son preferibles los trazados que se desvían al Oeste*".

Finalmente, Burgos ha de hacer constar su protesta por la poca publicidad que han alcanzado los documentos del anteproyecto oficial. Si a la instancia que dirigieron los numerosos reclamantes antes citados, y que fué estudiada por esta Comisión, no se acompañó un estudio tan detenido como ahora, es porque no había sido posible procurase los antecedentes necesarios para ello del proyecto de los Alduides, que sólo con gran dificultad se han alcanzado, hasta el punto de que, a pesar de lo mucho que se ha hablado del asunto, aun hay personas que sólo saben del anteproyecto que está encerrado en un precioso mueble.

Urgencia del proyecto.—Uno de los espejismos con que se quiso deslumbrar a la opinión pública fué la urgencia del proyecto. Esta era tan grande, según sus progenitores, que no podía perderse ni un día ni un momento; de nada servían las reflexiones que personas de buen sentido hacían, observando que aun quedaban por construir miles de kilómetros de ferrocarril en Africa y parte del de Tánger-Fez, pequeño ramal del general que aun ha de tardar bastantes años en realizarse: obsesionados con la urgencia, nada les convencía. En este punto, solamente haremos observar que los servicios directos que se establecieron ha poco entre Londres y Gibraltar carecían de tráfico suficiente para ser mantenidos, según recuerda muy oportunamente Süss en la conferencia a que anteriormente hemos aludido. En ella manifestó también que las necesidades que pudieran sentirse para mejorar las comunicaciones entre Francia, Argelia y Marruecos pueden ser satisfechas con sólo mejorar los servicios de trenes de las líneas existentes.

Los trabajos de Lavis.—Un resumen muy sintético y exacto se ve en las páginas 5 y siguientes del folleto de X. X. titulado "Una opinión acerca del proyecto de ferrocarril directo entre la frontera francesa y Algeciras", y en él se expuso el juicio que mereció al Ingeniero yanqui el proyecto del directo, y cómo cree solamente razonable la cons-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

trucción de un ferrocarril de vía sencilla, con tracción de vapor, rampas de sólo 17,5 milésimas, reforzando su tráfico con el ramal Pamplona-Pasajes y el Central de Aragón, que estima debía estrechar su vía. Aun así, creía era indispensable entenderse con M.-Z.-A. para aprovechar su línea hasta Baides, evitando la construcción de un paralelo.

Respecto a los trabajos de Lavis, sólo haremos constar nuestra extrañeza de que se le otorgaran tantas facilidades para examinar todos los trazados que se desvían al Este, y no estudiase ni siquiera de *visu* los itinerarios del Oeste, hasta el extremo que no cruzó la provincia de Burgos, ni estuvo en su capital, a pesar de ser el puerto de la Brújula punto obligado de los ferrocarriles que se tracen de Madrid a la frontera. ¿Es que se aseguró al Ingeniero Lavis que sólo se otorgarían concesiones al Este de la línea recta? Pregunta es ésta que ha de ser contestada para sacar este asunto de las nebulosas que le envuelven.

Algo de historia.—La idea de hacer un ferrocarril por los Alduides no es nueva: ha mucho tiempo que la acarician los navarros; y cuando se construyó el ferrocarril Zaragoza-Alsasua, pretendíase enlazar éste en Bayona con la arteria París-Madrid, en vez de hacerlo en Alsasua. Entonces, como ahora, les fué adverso el juicio del Consejo de Obras públicas, lo que hace honor a tan ilustre Corporación, y tampoco les fué favorable el de los Centros consultivos de Guerra. Recomendamos a nuestros lectores los interesantes artículos del Ingeniero Echevarría en *Revista de Obras Públicas* (año de 1862) y los publicados por el General de Ingenieros Sr. Gómez Arteche.

Es difícil imaginar que un proyecto haya sido atacado con frases más duras ni argumentos más contudentes.

Posteriormente fué exhumado el proyecto; esta vez siguiendo el valle del Roncal; proyecto de ley que fué aprobado en el Congreso, sin que obtuviera la sanción del Senado. Como se ve, la historia se ha repetido, aunque con modalidad distinta; pues ahora, aprobado por el Senado, se atascó en el Congreso. Nuevamente fué atacado con energía por el entonces Capitán de Ingenieros Sr. Jiménez Lluesma en una conferencia ante la Real Sociedad Geográfica de Madrid, el 28 de febrero de 1902.

Aspecto legal.—Realmente ha sido ya estudiado éste en el capítulo III de esta ponencia, al referirnos a la Memoria presentada al Congreso de Ciencias, de Bilbao. No es cosa de repetir aquí lo que allí dijimos; solamente haremos observar que, cuando se presentó el proyecto de ley a las Cortes por el último Gobierno del Sr. Romanones, se faltó a la ley de Ferrocarriles en su artículo 25, que exige se presente un anteproyecto del trazado, lo que no se hizo en la parte comprendida

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

entre Madrid y Algeciras, y que aún, actualmente, no se cumple, puesto que se hacen estudios que tienen *cierto carácter de proyecto definitivo,* cuando aun no han sido redactados los anteproyectos de todos los trazados *razonablemente posibles,* solicitados por el Consejo de Obras públicas, y en contra de la ley, que si bien autoriza al Ministro para hacer estudios de anteproyectos, no así el de *proyectos,* para los que se requiere autorización legislativa.

Ferrocarriles directos.—El problema de construcción de la línea Madrid-Frontera francesa-París está planteado en forma de obtener un verdadero ferrocarril directo entre las dos capitales, términos de la línea; y claro es que lo primero que se ocurre preguntar es: ¿Qué se entiende por ferrocarril directo? Será directo aquel que transporte los viajeros en el *menor tiempo posible,* y las mercancías con el *mínimo consumo de energía,* lo que se consigue, no con recorrer la longitud más corta, sino muchas veces haciendo grandes rodeos; la longitud real de una línea para un ferrocarril de esta naturaleza es, por consiguiente, cuestión secundaria; y aunque sabido por todos, Ingenieros y profanos, axioma tan fundamental de la técnica ferroviaria, no está de más recordarlo. De él hemos de partir para los estudios comparativos que siguen.

Aprovechamiento de las líneas existentes.—Cualquiera que sea el trazado, es indispensable el aprovechamiento de las líneas actuales. No es obstáculo que se quiera hacer el mismo ferrocarril con ancho distinto del normal, porque es *indispensable* que se conserve la unidad de las líneas férreas españolas y portuguesas, y, por consiguiente, que si se hace el directo con vía de 1,44 m., se estrechen todas las demás. Si en el informe de los Ingenieros asesores a la Cámara de Comercio de Burgos, ya citado, se planea una transformación parcial de las vías férreas, para con esto y nuevas construcciones constituir el directo, es porque entonces se creía todavía en la urgencia del proyecto, motivado por exigencias diplomáticas; y como esa creencia no estaba por completo desvanecida cuando se redactó la instancia, se juzgó conveniente, a fin de que la acción de nuestra nación ante el Extranjero se viera siempre apoyada por la opinión de todos los españoles, que si se ejecutaba la transformación era preciso que por el momento hubiera, por lo menos, *una red* cuyas mallas abarcasen todas las provincias españolas; y consecuentes en las mismas ideas anteayer, ayer y hoy, exponemos nuestro parecer, que si esto se ejecuta, es preciso, además, esté *planeada y asegurada* la transformación de la totalidad de la red peninsular, sin excepción de ninguna clase.

Prescindiremos, por consiguiente, en este capítulo de la cuestión del ancho de vía, y si en los proyectos aparece que los trazados del

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Oeste pueden realizarse con los dos anchos de vía, el de 1,44 y el de 1,67 m., es porque puede realizarse la transformación con los del Oeste, sin grandes inconvenientes para el tráfico nacional, lo que no ocurre con los trazados del Este.

Es frecuente oír decir que la línea del Norte está congestionada y que ésta es una de las más poderosas razones que exige la construcción del directo. ¡Ojalá fuera exacto! ¡Otro sería el apogeo de España! Si la línea de mayor tráfico de España, cual es la principal del Norte (Madrid-Irún por Avila y Segovia y Venta de Baños a Alar del Rey), no posee, a pesar del aumento de las tarifas, más que un ingreso kilométrico de 67.000 pesetas (año 1917), ¿qué pensarían los que tal dicen de las grandes líneas del Extranjero, cuyos ingresos exceden de pesetas 125.000? Hoy día esta línea aun no ha requerido la construcción de la doble vía entre Miranda y Alsasua; se sirve por vía única entre Medina y Villalba; y aunque hay dos líneas por Avila y Segovia, sabido es que la capacidad de una vía sencilla no alcanza, ni con mucho, la cuarta parte de la vía doble. Entre Villalba y El Escorial hay vía doble, y con gran lentitud empieza a construirse entre dicha población y Avila. Y no hablemos de las otras líneas; la que sigue en importancia a la arteria Norte-Sur es la de Madrid-Barcelona; y entre Madrid y Zaragoza no hay ni un solo kilómetro de vía doble. ¿Para qué seguir? Si entre Madrid e Irún hay dos líneas, una por Burgos y otra por Casetas y Alsasua, sin que ésta segunda haya sido utilizada para el tráfico directo entre Madrid y Francia, ¿es posible que haya quien seriamente sostenga dicha afirmación? Los que tal afirman confunden lastimosamente la situación difícil que por falta de material ha creado la guerra a las Empresas ferroviarias con la capacidad de las líneas.

Si en España es indispensable construir nuevos ferrocarriles y acortar distancias, no es desgraciadamente por descongestionar las líneas actuales: es para poner en explotación las riquezas naturales del país, para que éstas sean susceptibles de ser extraídas y las distancias a los puertos y a la periferia se acorten con beneficio para el comercio general y para colocarnos en igualdad de condiciones que los demás pueblos de Europa; pues téngase muy en cuenta que los nuevos ferrocarriles han de procurar contribuir en lo posible a engrosar el tráfico de los actuales y nunca a aminorar el de éstos.

La orografía del trazado.—Al cruzar la arteria europea Norte-Sur, España tiene que atravesar sus principales cordilleras; en primer término la Pirenaica; después, la Ibérica, la Carpeto-Vetónica, la Oretana, la Mariánica y la Penibética. Limitándonos a la parte Norte del trazado, tenemos como paso posible en los Pirineos, además del puerto Urdayte, paso adoptado en los proyectos antiguos y abandonado en el

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

actual, los siguientes, enumerados de Este a Oeste: el de Roncesvalles, a 984 m.; el de Urtiaga (Aldeudes), a 912 m., utilizado en el anteproyecto oficial; Col de Maya, 602 m., cuyo descenso por la vertiente francesa, siguiendo el río Mivelle, es rapidísimo, y a sólo 8 Km., en horizontal del puerto, la cota sobre el nivel del mar es sólo de 160 m.; los otros puertos importantes que existen en los Pirineos están muy cerca de Irún, y su aprovechamiento no compensa desviar el ferrocarril de esta importante ciudad. Los trazados que cruzan los Pirineos por Irún, como el del Norte, salvan realmente la cordillera en el puerto de Idaizabal, a 648 m. de altitud. El ferrocarril de vía estrecha Pamplona-San Sebastián cruza la cordillera en el puerto de Aspiros (567).

La cordillera Ibérica cruza diagonalmente España, extendiéndose desde Peña Prieta, en la Cantábrica, donde se confunde con ella, hasta el Cabo de Gata. Los principales puertos de España a Oeste son: el paso de Mataporquera, a 1.005 m.; el de Brújula, a 995 m. (ferrocarril del Norte); (los puertos intermedios tienen altitudes que oscilan entre 1.050 y 1.150 m.); Manquinllo (Pineda de la Sierra), 1.200 m.; puerto de Canales, 1.100 m., y Neila, 1.350 m. (altitudes barométricas); el de Santa Inés, 1.760 m.; Cebollera, 2.136 m.; Piqueras (que utiliza la carretera de Soria a Logroño); Oncala, 1.490 m. (lo cruza el anteproyecto oficial); Madero (Agreda), 1.229 m. (altitud del Instituto Geográfico); el de Horna, 1.110 m., por donde pasa el ferrocarril de Madrid a Zaragoza.

Para encontrar un puerto más bajo que el de la Brújula, hay que ir a Almansa, donde la carretera de Valencia cruza la cordillera a 654 metros de altitud. Entre la cordillera Ibérica y la Pirenaica discurre el Ebro, que en Reinosa tiene una altitud de 847 m.; en Miranda, 448 m.; en Logroño, 367 m.; en Calahorra, 320 m.; en Castejón, 270 m., y en Zaragoza, 190 m.

Los principales puertos de la Carpeto-Vetónica son: el de Baños, 1.000 m. (ferrocarril de Astorga a Plasencia); el de Pico (Avila a Salamanca), 1.352 m.; el de la Cañada, 1.360 m. (ferrocarril del Norte por Avila); el de Guadarrama, 1.511 m.; el de Navacerrada, 1.778 m.; el de Somosierra, 1.430 m.; el de Grado, 1.420 m.; el de Bochones o Bárcones, 1.233, y el de Paredes. Entre ambas cordilleras corre el Duero, que en Soria tiene 1.049 m.; en Almazán, 942 m.; en Osma, 930 m.; en Aranda de Duero, 797 m., y en Viana de Cega, 680 m. (paso del ferrocarril del Norte).

La línea recta.—Como se dijo en el informe de los Ingenieros asesores ya citado, la línea recta París-Madrid pasa por Irún-Logroño-Burgo de Osma. Esta línea no ha intentado seguirse, y ya allí se expusieron con detalle las ventajas de desviarse al Este o al Oeste de esta

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

línea. A Oriente se pasa la Carpeto-Vetónica por un puerto relativamente bajo; pero como la cuenca del río Duero está muy alta, no es posible cruzar la divisoria con un túnel largo, y para alcanzar la Ibérica, o se cruza ésta con altura considerable (puerto de Oncala o Agreda), o se desvía demasiado al Este (puerto de Orma, ferrocarril de Madrid-Zaragoza). En estas condiciones, la bajada al Ebro es violentísima, si se pasa la Ibérica por Oncala y aun por Agreda; porque la cuenca de este gran río está ya muy baja, y sólo se suaviza este descenso cuando la distancia a la cordillera es considerable, como sucede entre el puerto de Horma y Zaragoza.

Desviándose a Occidente de la línea recta, la Carpeto-Vetónica se cruza por un puerto relativamente alto (Somosierra), que permita un túnel de base, porque el Duero va ya bastante bajo y puede cruzarse la Ibérica por el puerto de la Brújula, que es el de menos altitud de todos, pasando el Ebro por un punto alto (Miranda), lo que permite un descenso bueno, a pesar de ser próximamente igual la distancia entre la Brújula y Miranda a la de Oncala y Calahorra. Cruzar el Ebro en Calahorra, ascender a Pamplona (414 m.), pasar los Pirineos en los Alduides, en la cota 689, para tener que bajar violentamente a Dax, situado a 20 m. sobre el nivel del mar, es solución francamente mala, y preferible atravesar el Ebro en Miranda, pasar los Pirineos en Idaizabal y descender suavemente a Irún, siguiendo por una línea poco quebrada a Dax.

El anteproyecto oficial reúne las malas condiciones antes dichas; y para que se pueda juzgar con perfecto conocimiento, a continuación describimos ligeramente su trazado, comentándole frecuentemente con párrafos extractados del luminoso informe del Consejo de Obras públicas.

NORMAS QUE HAN SERVIDO PARA LA REDACCIÓN DEL ANTEPROYECTO OFICIAL.—Es digno de notarse que la Real orden de 17 de enero de 1914, que ordenó el estudio del anteproyecto, no fijaba punto de paso en la frontera; sólo pedía la comunicación más rápida y directa con Francia, que fuese de tracción eléctrica y doble vía, y que los documentos de carácter económico se redactasen teniendo en cuenta que la línea había de ser explotada por el Estado.

El Ingeniero-Jefe de la Comisión oficial se creyó en el deber de acudir con argumentos para defender la conveniencia de ésa resolución superior, aunque no era necesario, por lo mismo que, si su juicio hubiera sido adverso, no sería prudente manifestarlo. Después de ciertas consideraciones de carácter mundial, a las que hemos hecho alusión, dicho Ingeniero estima prudente dar como razones propulsar la riqueza de las provincias de Soria y Guadalajara, conectar este ferrocarril

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

con el proyectado Madrid-Valencia y facilitar las comunicaciones con Navarra y las Vascongadas. Opina que el Estado debe absorber la explotación de los ferrocarriles, y juzga que esta línea podría servir de escuela para la formación del personal que se encargue de este servicio. Nos permitimos dudar que el Estado, como parece desprenderse de la afirmación que hemos copiado, se decida a prescindir de los servicios del personal de las Compañías ferrocarrileras cuando se incaute de sus líneas. Todavía el Ingeniero-Jefe de la Comisión oficial hace algunas consideraciones relativas al ancho de vía que han sido recogidas en el capítulo III de esta ponencia. Finalmente, pondera las ventajas de la electrificación, y cree que el tipo adoptado para esta línea ha de considerarse como general y extenderse a todos los ferrocarriles españoles.

El Consejo, refiriéndose a las normas generales que han servido de base a la redacción de este anteproyecto, dice lo siguiente: "Acerca de esto no nos parece pertinente decir nada; sólo hemos de indicar que nuestro silencio no significa aprobación de cuanto dice el Ingeniero-Jefe de la Comisión, suscitando cuestiones graves que exigirían discusión muy detenida."

Afirma el Ingeniero-Jefe de la Comisión que la Real orden de 17 de enero de 1914, que dió origen a los estudios del anteproyecto, *prohibe* el aprovechamiento de ferrocarriles en explotación o proyectos debidos a la iniciativa particular. Partiendo de este falso supuesto, fija su criterio en las siguientes bases: 1.ª Adoptar el trazado de menor longitud real posible dentro de un límite de inclinaciones de 0,02.—2.ª Separarse de los ferrocarriles construídos, sirviendo zonas desprovistas de ferrocarriles, atendiendo más a la riqueza que podrá desarrollarse con la nueva línea que a la que hoy tienen.—3.ª No considera como prohibido el que el coste kilométrico sea elevado respecto de otros ferrocarriles construídos con el exclusivo objeto de dar un buen interés al capital invertido.

Más adelante nos ocuparemos de la primera de estas bases. Respecto a la 2.ª, ha dicho el Consejo de Obras públicas: "Puede argüirse que en el texto de la Real orden de 17 de enero de 1914 no se deduce la precisión de separarse de los ferrocarriles ya construídos. Si en algún caso pudiera haber duda en la discusión entre varias soluciones, aproximadamente equivalentes, razonable sería por muchos conceptos llevar los beneficios del nuevo medio de transportes a lugares distintos de los que ya están servidos, y asimismo no producir daños en una explotación anterior. Pero no se puede perder de vista que ahora se trata de crear una comunicación lo más perfecta, lo más rápida y lo más directa de carácter internacional e intercontinental de interés más

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

elevado que el que a todas las demás que en sus inmediaciones se hallan pueda atribuirse; y que por atender a las conveniencias de esas otras, no debe ser torcida ni desviada lo más mínimo. Por lo mismo, bien está que se trate de servir comarcas hoy desprovistas de líneas férreas; pero esto no puede ser objetivo que se persiga, sino resultado que se alcance sin desviarse del principal propósito."

En cuanto a la 3.ª, nuestro criterio ya está expuesto en otra parte de esta Memoria (véase página 3).

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRAZADO.—El Ingeniero-Jefe de la Comisión fijó, como puntos obligados de paso para el trazado, estación de origen en los alrededores del Hipódromo de Madrid, el cruce del río Bornoba, Soria, Calahorra, Pamplona y el puerto de Urtiaga, en los Alduides, para enlazar en Dax con los ferrocarriles franceses. Parece que la única razón de seguir este itinerario es la tendencia a buscar la línea más corta en longitud real desde Madrid a la frontera, para lo que se aprovecha el engañoso entrante de los Alduides. Ante la ausencia de razones suficientes que lo justifiquen, el Consejo expone su parecer en estos términos:

"El Consejo hubiera deseado hallar justificación satisfactoria del señalamiento de los puntos principales que han venido a determinar el estudio del trazado en cada uno de los trayectos o secciones en que se ha dividido el total de la línea; y con motivo mayor por cuanto, juzgando por los datos y representaciones que figuran en los documentos que constituyen el anteproyecto, puede estimarse que en cuestión tan fundamental no ha habido el mayor acierto."

Comentando el Consejo la elección de dichos puntos de paso, dice que la estación de Madrid no está bien situada, primero, porque a poco de iniciarse el trazado para continuarle al Sur, el paso del Jarama exige cotas no superiores a 600 m., y no parece indicado tomar como origen un punto en la periferia de Madrid a 700 m., y especialmente si se tiene en cuenta que la estación de Atocha está a 600 m. de altura. No parece motivo suficiente el que se hace mención en el proyecto, cual es el enlace con el Metropolitano de Madrid, actualmente en construcción. El Consejo indica, como sitio favorable para la estación, los terrenos situados al Sudeste del Retiro, y si es preciso, dividir los servicios de viajeros y mercancías, colocando los primeros en el centro de Madrid, aunque hubiese que hacer la estación en subterráneo.

A la fijación como punto obligado del cruce del Bornoba, observa el Consejo, con justa razón, que era prudente adoptar en primer término el paso en la cordillera Carpeto-Vetónica y no en aquél; y sobre el cruce de ésta, arguye dicho alto Cuerpo que es más favorable al Oeste, por permitir el terreno un túnel de base, lo que no se puede hacer

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

por Oriente, a no ser que la línea se desviase más al Este, aproximándose o confundiéndose con los ferrocarriles actuales.

El paso por Soria está fijado un tanto arbitrariamente, y el Consejo estima, con acertado criterio, que ha de subordinarse a la fijación de los pasos de las divisorias principales, tanto de las del Tajo-Duero, como la Ibérica o los Pirineos, porque desviándose a Occidente en la Carpeto-Vetónica, queda excluído el paso por Soria, como también lo está si el trazado se realizase más al Este para llegar al Ebro por el río Alhama, en cuyo caso quizá convendría la solución del valle del Roncal, estudiada hace años.

Iguales observaciones hace respecto al cruce del Ebro, opinando es preciso tantear soluciones por Castejón y a la izquierda de Logroño, a fin de pasarlo por su parte alta y facilitar el descenso desde la cordillera Ibérica.

La justificación del paso por Pamplona está sometida al paso de los Alduides, y dependería de la dirección general de la traza y de las deliberaciones de la Comisión internacional que debe reunirse para acordar el punto de cruce de la frontera.

El Consejo, al estudiar el paso de los Pirineos, estima necesario tantear nuevas soluciones entre el puerto de Urtiaga e Irún, sin excluir la posibilidad del paso por éste, y muy especialmente si se tiene en cuenta que la cordillera se va suavizando a medida que desciende hacia el mar.

COMENTARIOS AL TRAZADO DE LAS DIVERSAS SECCIONES DEL ANTEPROYECTO.—Para el estudio de la primera sección de Madrid al cruce de Bornoba, han servido de base los planos del Instituto Geográfico. El trazado es *violentísimo en planta y perfil,* yendo por la parte montañosa y huyendo de la cuenca del Henares, para separarse de la línea de Madrid-Zaragoza, llegando esta obsesión a producir tal desconcierto en el ánimo del Ingeniero, que no logra su propósito, puesto que pasa a muy poca distancia de la estación de Espinosa de Henares.

Las obras de este trozo son colosales: varios arcos de hormigón armado, algunos de 100 m. de luz; uno de ellos, para cruzar el río Bornoba, que algunos kilómetros aguas abajo se cruza, por la línea de Zaragoza, con una obra modestísima. La longitud de los túneles de esta sección, que alcanza 100.331 m., es de 18.102,82 (¡un 18 por 100!), y entre ellos hay además uno *en ese.*

La segunda sección, entre Soria y el cruce del Bornoba, no ofrece detalles de interés, si bien tiene un exceso de curvas de 300 m. de radio.

La tercera sección, entre Soria y el Ebro, tiene como característica una bajada en extremo violenta desde la divisoria del Ebro; siendo

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

digno de notarse que hay obras de gran magnitud, como el cruce del río Cidacos, que se hace con un viaducto de dos arcos metálicos de 80 m. de luz y 52 m. de cota en el centro. El túnel de la divisoria es de 3 Km.

La cuarta sección, entre el Ebro y Pamplona, no tiene grandes dificultades para su trazado; únicamente está algo forzado el paso de la divisoria de los ríos Ega y Arga.

La quinta sección, entre Pamplona y la frontera, sigue el curso del Arga, primero, y cruza la frontera por el puerto de Urtiaga, para lo que exige un desarrollo *en ese*. Para cruzar la divisoria hace falta un túnel de longitud superior a 5 Km.

El Consejo de Obras públicas, al informar el detalle de los trazados de las diversas secciones, se abstiene de indicar proposiciones que lo mejoren en algunas partes, por entender "que esto sería inútil si, como creemos, ha de variarse radicalmente la dirección del trazado".

Tráfico supuesto en el anteproyecto oficial. — El Ingeniero que estudió esta parte del anteproyecto juzgaba "que no sería prudente en el momento construir una línea férrea a base de un tráfico que ni se conoce de un modo preciso, ni se ha encauzado aún", refiriéndose al intercontinental; con lo que quería exponer su convicción de que el ferrocarril de que se trata será conveniente desde el punto de vista económico, si puede sostenerse con los tráficos local e internacional, quedando reducido el intercontinental a una esperanza.

Divide el Ingeniero en dos los tráficos: el local, cuyo nombre más exacto es el de provincial, y que se refiere al movimiento de viajeros y mercancías desarrollado entre las poblaciones que cruza la línea, contando separadamente la de Madrid, por concentrar el tráfico de toda la parte meridional, y el internacional.

Para estimar el tráfico local, calcula el número de viajeros y toneladas de mercancías por habitante correspondiente a dos líneas de condiciones diversas, la de Tardienta a Jaca, pobre, y la de Lérida a Zaragoza, con gran afluencia de viajeros, pero ambas careciendo de tráfico internacional. El número de habitantes a que se refieren estos cálculos es el de los Ayuntamientos, que cruza la línea, prescindiendo de Madrid, y le resultan para todo el proyecto oficial 72.740.

Los coeficientes medios de viajeros y mercancías se obtienen así:

	Tardienta a Jaca.	Lérida a Tarragona.	Medio.
Viajeros por habitante	3,83	5,18	4,50
Toneladas por habitante	0,04	2,30	2,67

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Aplicando al censo de habitantes de la línea los coeficientes deducidos y los precios medios de 5 y 7 céntimos de peseta, respectivamente, para viajero y tonelada-kilómetro, deducido de los datos de las Compañías del Norte y M.-Z.-A., se obtiene para tráfico provincial 72.740 (4,50 × 0,05 + 2,06 × 0,07) = 29.823 pesetas kilómetro.

Del tráfico de la estación del Norte de Madrid toma 1/20 y tiene que agregar, por tanto, a los ingresos 1.549 pesetas por kilómetro.

Del internacional, supone que la mitad sólo del que circula por la línea del Norte se desviará por la nueva línea, y partiendo de iguales datos, Maristany, en el estudio de M.-Z.-A. sobre el estrechamiento de la vía, deduce 16.817 pesetas por kilómetro; en total, 48.189.

El Ingeniero-Jefe de la Comisión analiza estos valores, y encuentra excesiva la parte referente al tráfico provincial; escasa la de la estación de Madrid; no halla justificado se prescinda del tráfico de tránsito, y juzga exagerado el cálculo de ingresos por el internacional; y, en cambio, advierte cómo se prescinde de un factor de gran importancia, que es el incremento que para esa especie de tráfico ha de producir la línea directa, a más del aumento en función del tiempo. Con datos de la Compañía, estima el Ingeniero-Jefe que el año 1923, que él creía podrá estar en explotación regular la línea, hay que aplicar un aumento en los cálculos del Ingeniero, determinado por el coeficiente de 0,36, con lo que la recaudación por kilómetro se eleva a 65.537; y como siguiendo camino distinto, consistente en combinar hábilmente distancias y número de habitantes de las capitales de provincias a Francia, deduciendo, mediante hipótesis, un coeficiente que aplica a este caso, le resulta para el tráfico un ingreso de 61.000 pesetas, decídese por admitir 60.000 pesetas como ingreso kilométrico posible.

Aunque sea arriesgado corregir estas cifras, diremos que son exageradas, especialmente la relativa al tráfico provincial, por no haber tenido en cuenta en éste la diversa longitud de las líneas, lo que da muy distinta densidad de población para unas y otras. Más adelante expondremos el procedimiento a nuestro juicio aplicable, y deduciremos el tráfico probable, fundándolo en iguales bases que el Ingeniero, por parecernos esto más claro, si bien tendremos en cuenta las observaciones muy razonables del Ingeniero-Jefe.

Electrificación.—En el anteproyecto, se hace un estudio comparativo de este sistema de tracción y del de vapor, juzgando la eléctrica mas económica; y aunque, como dice acertadamente el Consejo, "no está claramente establecida", resulta razonable el conjunto, y nuestro parecer es a favor de la electrificación.

Entre las diversas clases de corrientes, cree la Comisión oficial que es preferible la monofásica, principalmente por la facilidad con que per-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

mite instalar la línea de trabajo, ser el tráfico moderado y la línea larga, estimando que la corriente continua con 600 ó 1.500 voltios de tensión ha de considerarse para el tráfico de carácter urbano muy intenso, y la trifásica, para línea de perfil muy quebrado, con la ventaja de ser más adecuada para la recuperación.

Aunque, como dice atinadamente el Consejo, partiendo de las bases adoptadas por los autores del anteproyecto, la preferencia a favor de la corriente monofásica está bien deducida, es lo cierto que, bien por los progresos de la técnica, o por presentar la cuestión con otras modalidades, la consecuencia puede ser diferente. Quizá sea lo más conveniente la corriente continua, que actualmente se estima como más favorable, habiendo aparecido recientemente interesantes y documentados estudios a favor de esta última, que tienen un gran ascendiente en los Estados Unidos, especialmente desde que se ha llegado a tensiones de 3.000 voltios. La circunstancia de ser la monofásica la corriente menos a propósito para el empleo de *automotores,* puede ser en España inconveniente suficiente para desecharla, porque siendo nuestras líneas de tráfico escaso, es indispensable procurar por todos los medios desarrollarlo; y es necesario el empleo de automotores para que haya un buen servicio de trenes provinciales que unan entre sí las capitales, y éstas con las poblaciones de las provincias. En definitiva, la corriente adoptada en el anteproyecto es la monofásica, con tensión de 15.000 voltios en la línea de trabajo.

Explotación de la línea.—Para servir el tráfico calculado de pesetas 60.000 por Km., se han previsto tres clases de trenes: rápidos, mixtos y mercancías; los primeros, arrastrados por locomotoras de 60 toneladas, con tres coches de 60 asientos y 25 toneladas cada uno; coche-comedor de igual peso y furgón de 15 toneladas; los mixtos, con máquinas de 60, cuatro coches de 50 asientos, 10 vagones de 14 toneladas; los mercancías, con locomotoras de 80 toneladas y 30 vagones de 14.

Los trenes son: seis rápidos, dos mixtos y tres mercancías en cada sentido, para todos los cuales resulta un peso medio de 277 toneladas, cuando en el Norte se llega a 354.

Las velocidades adoptadas para los trenes rápidos son iguales en rampa y pendiente, y están detalladas en el anteproyecto. En él figuran también los consumos adoptados por tonelada-kilómetro y la forma de obtenerlos.

Con estos datos han deducido los autores del anteproyecto oficial que el tiempo preciso para ir un tren rápido de Madrid a la frontera es de siete horas la velocidad comercial, de 65,33 kilómetro-hora, y de 19 kilómetros para los mixtos.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

El consumo medio de energía por tonelada-kilómetro es de 26,35 vatios-hora para los trenes de mercancías en la línea de trabajo; el de los mixtos, de 30,59, y el de los rápidos, 35,53. Tomando la media de estas cifras, agregando un 15 por 100 por pérdida en la línea y aproximadamente un 10 por 100 para maniobras, se obtiene el consumo medio de 34 vatios-hora, aceptado por los autores del anteproyecto para el consumo en la subestación. Se deduce en esta forma 24.500 Km. como potencia instantánea máxima necesaria, con una mínima de 5.000. Si se admite la no coincidencia de los máximos en los cuadros en marcha, la potencia máxima es sólo de 15.500 kv. Desde luego se ve una separación enorme entre el mínimo y el máximo que depende del poco tráfiico de la línea y que es consecuencia de no tener que transportar más que 1.065 millones de toneladas-kilómetro, cuando en el Norte (línea principal) se alcanzan 2.797.

Por esto, el Ingeniero-Jefe de la Comisión, a pesar de sus entusiasmos por el proyecto, reconoce que el ferrocarril de simple vía es suficiente para desarrollar el tráfico probable, y que podría hacerse esta obra con sólo un presupuesto de 140 millones.

Suministro de energía y presupuesto.—El anteproyecto contiene también los de las saltos necesarios para suministrar la energía, en los que se nota la falta de estaciones de reserva. Sobre éstos y el presupuesto hacemos nuestros los comentarios que X. X. hace en su folleto (1), y que reflejan fielmente el juicio que a toda persona imparcial ha de merecer el proyecto.

Resumen del anteproyecto.—Como consecuencia de todo lo anterior, el Consejo de Obras públicas, que estimó forzado el *alejamiento de Irún,* recomienda el estudio de todas las soluciones razonablemente posibles para que puedan compararse con el anteproyecto, en el que, como remuneración para el capital que se emplee en la construcción de la línea, se estima no ha de exceder del 3 por 100 si es de doble vía, y de 4,0 si se realizase con vía sencilla.

Trazados razonablemente posibles.—Bastaba el informe anterior del Consejo para que el Ministro de Fomento hubiera ordenado el estudio de nuevos anteproyectos, no porque creamos que los Consejeros de la Corona hayan de seguir siempre ciega y totalmente los dictámenes de los orgánismos consultivos, aunque éstos sean tan ilustrados, razonables y sensatos como el del Consejo de Obras públicas; pero hay que advertir que este organismo es esencialmente *técnico,* y si en materias de *estricto gobierno* puede tolerarse el empleo de la fórmula

(1) «Una opinión acerca del proyecto del ferrocarril directo entre la frontera francesa y el puerto de Algeciras».

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

"oída la Comisión u oído el Consejo", cuando se trata de cuestiones científicas, de asuntos técnicos, la razón humana se resiste a aceptar sean substituídos los argumentos por convencionalismos legales, y exige espontáneamente, pero en forma categórica imperativa, que los razonamientos científicos se contrarresten con argumentos de la misma índole; pudo, pues, el Ministro, si no estaba conforme con el parecer del Consejo, resolver en contra; pero, al hacerlo, debió intentar desvirtuar con argumentos opuestos, una por una, sus conclusiones; mas nunca adoptar la actitud que supone el hecho de resolverlo con aquella fórmula, porque todos los funcionarios, y los más altos con mayor motivo, se hallan obligados a razonar sus resoluciones; única manera de poder hacer efectivas las responsabilidades que de las mismas puedan derivarse. ¡Bien elocuentemente se expresó esta misma idea en la Asamblea de Ingenieros civiles celebrada recientemente en Burgos! Allí se exteriorizó un clamor unánimemente sentido e impregnado de entereza y de justicia cuando se pronunciaron estas palabras: "En materias técnicas, la odiosa fórmula de "oído el Consejo" debe abolirse para siempre."

Las dos líneas que, por Casetas una, y otra por Avila, conducen a Irún, han de servir de base a todos los trazados *razonablemente posibles,* puesto que, según dijimos, la potencia económica de España no permite que se prescinda del aprovechamiento de las líneas actuales; mucho más si se tiene en cuenta que están bien trazadas; que si se hacen rodeos es por buscar tráficos, y que únicamente el paso del Guadarrama, en la línea del Norte, tiene pendientes fuertes (1), siendo la sección Burgos-Irún en la que las rasantes no llegan a 16 milésimas, prácticamente insubstituible. La línea de Casetas cruza el Guadarrama en inmejorables condiciones, con inclinaciones que no llegan a 15 milésimas. Sólo tiene pendientes fuertes, y esto en pequeña proporción, entre Castejón y Pamplona, y entre esta última ciudad y Alsasua.

Para hacer una nueva arteria, ha de procurarse buscar los *acortamientos beneficiosos* que se puedan hacer en esta línea, que son, en el Norte, en primer término, Madrid-Burgos por Somosierra; porque al ejecutar un nuevo paso en el Guadarrama, puede hacerse en mejores condiciones que los antiguos, especialmente teniendo en cuenta las favorables circunstancias que concurren en dicho puerto. Otro acortamiento es el Vitoria-Vergara-Zumárraga, costoso por requerir un túnel largo. Un tercero sería el Burgos-Aranda-Segovia, que tiene el inconveniente de la línea Madrid-Segovia, cuyas rasantes alcanzan la cifra de 22 milésimas, existiendo muchas de 18 y 20.

(1) Sólo hay 2.075 m. de rasantes iguales a 20 milésimas.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Por el Este, los acortamientos beneficiosos son el Pamplona-San Sebastián-Irún y el de Soria a Castejón, siguiendo el primero la dirección del ferrocarril actual de vía estrecha como solución más conveniente.

Con estos acortamientos y la línea Pamplona-Dax por los Alduides, hemos combinado nueve trazados, a los que agregaremos, para su comparación, el Soria-Alduides y dos por Pamplona y Burgos, especialmente, a título de curiosidad y por apartarse más que el oficial de las líneas actuales.

LONGITUDES REALES Y LONGITUDES VIRTUALES.—La primera de las bases en que el Ingeniero-Jefe de la Comisión fundó todo el estudio es la de "adoptar el trazado de menor longitud real posible" dentro de un límite de inclinaciones de 0,02, según ya dijimos, basándose en que el conocido método de Baum para el cálculo de las longitudes virtuales es inaplicable para las líneas electrificadas.

Lo primero que se ocurre ante esta *extraña* manifestación es que, siendo empírico el método citado, no haya procurado dicho Ingeniero estudiar su aplicación a la tracción eléctrica, variando los coeficientes correspondientes, especialmente si se tiene en cuenta que en materia de ferrocarriles la *longitud virtual* es la *única* que interesa. Tampoco podía faltar el atinado comentario del Consejo de Obras públicas, que dice así: "La primera base tiene un carácter absoluto que no parece admisible: aun cuando los procedimientos seguidos para estimar las longitudes virtuales de las líneas en que se emplee la tracción de vapor no son aplicables al caso de la eléctrica, no es razonable prescindir de la influencia de la inclinación de las rasantes y de las curvas de radio muy pequeño. De tal modo, que, sin duda, puede ser muy preferible un trazado algo más largo si en planta y en perfil sus condiciones son más favorables. Cierto que el límite asignado a la inclinación de las rasantes es prudente; pero aun así, cuando se lleguen o se acerquen a tal límite, se crean condiciones más desfavorables para la explotación, que deben tenerse en cuenta para la comparación de los trazados; cosa parecida puede decirse a propósito de las curvas más cerradas."

Nosotros hemos preferido, en vez de transformar la fórmula de Baum, partir de los datos admitidos en el anteproyecto oficial para el cálculo de las velocidades y consumo de energías para la tracción, aplicándola los Ingenieros asesores con paciencia de benedictino a los perfiles de las líneas construídas o en proyecto, con lo que hemos conseguido los tiempos que los trenes rápidos emplearían en recorrer los diversos trazados, colocados éstos en iguales condiciones que el de los Alduides, y el consumo medio por tonelada-kilómetro en la línea de trabajo; cifras que, por consiguiente, permiten comparar los trazados de un modo claro y terminante, siendo sus resultados *incontrovertibles*.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

El trazado más perfecto, más rápido y más económico.—De entre todos los trazados, se destacan los designados con los números IX y X en el estado comparativo de todos ellos y que se forman aprovechando la línea del Norte entre Burgos e Irún con los acortamientos Madrid-Somosierra-Burgos y Vitoria-Zumárraga.

Desde luego este trazado, como todos aquellos que tienen por punto obligado Burgos, llave de las comunicaciones del Norte y Noroeste de España, constituye la solución más perfecta, porque, como se demostró en el informe de los Ingenieros asesores a la Cámara de Comercio de dicha ciudad, la sección Burgos-Irún ha de formar parte de los ferrocarriles internacionales Vigo-París, y también de los de Lisboa y Oporto a París, comunicación de carácter *intercontinental* cuya importancia, en especial para España y Portugal, no es inferior a la arteria española Norte-Sur, y está avalorada la primera por la línea en proyecto de vapores rápidos entre Vigo y Nueva York. La otra sección, de Madrid a Burgos por Somosierra, formará parte del *directo* a Bilbao, y en unión del ferrocarril Santander-Burgos-Soria-Calatayud (con vía normal), constituirá un *directo* de Madrid a Santander. Cruza la línea de Valladolid a Ariza en su parte media, y no por un extremo, como el anteproyecto oficial; atraviesa una zona cuya densidad de población es precisamente la media de España y no muy inferior como en la parte de Soria, con crecimientos más rápidos; la zona es más rica, satisface las aspiraciones madrileñas, porque colocará la parte mejor y más pintoresca de la Sierra en condiciones para el alpinismo y el veraneo, siendo un nuevo pulmón de la Corte. Este trazado favorece extraordinariamente al turismo, no sólo por la riqueza artística, verdaderamente extraordinaria, de las ciudades que atraviesa, sino por la facilidad de los enlaces.

Finalmente, no hay que olvidar que la sección Burgos-Irún constituye *una sola concesión* que facilita su reversión al Estado; y como termina en 18 de octubre de 1955, está justificado no se haya tenido en cuenta su valor al presupuestar el coste de la obra, porque cuando el Estado la pueda necesitar, habrán transcurrido más de los dos tercios del período en que la Compañía tiene derecho al usufructo de la línea y, por consecuencia, los ingresos que éste tenga serán *más que suficientes* para que el capital necesario para anticipar la reversión tenga un interés superior al 5 por 100, con lo que la adquisición de la línea constituiría incluso un buen negocio para la Nación.

Todas estas razones, de las cuales muchas son aplicables al itinerario n.º VIII, que pasa por Segovia y varias al n.º VII, son suficientes para considerar como preferible bien el n.º X o el n.º IX.

Pero si esto no fuera bastante, aun reúnen los itinerarios IX y X

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

condiciones extraordinarias de velocidad. Para determinar éstas y las relativas al consumo de energía necesaria en la tracción, se ha estudiado un perfil entre Madrid y el puerto de Somosierra, aprovechando los planos del Instituto Geográfico, no pudiendo prolongar hasta Aranda, como hubiera sido nuestro deseo, por falta de tiempo.

Este trazado arranca del Sudeste del Retiro, punto indicado para la estación de Madrid por el Consejo de Obras públicas; cruza las divisorias del Manzanares y Guadalix y la de éste y el Lozoya, siguiendo en esta primera parte el itinerario de la carretera de Colmenar Viejo; se pasa el Lozoya aguas arriba de Buitrago, y se alcanza la cota 1.260 m., cruzando Somosierra con un túnel de 4.450. La longitud del trazado es solamente de 124.200 m.; las pendientes máximas son de 10 milésimas; las curvas, de 500 m. de radio mínimo; la longitud de túneles, de 19.800 m., incluído el de la divisoria, con lo que resulta un tanto por ciento de sólo 15,93, en vez de 18 que hay en la primera sección del anteproyecto oficial; no tiene ningún viaducto; los puentes pueden ser de dimensiones corrientes, y se han adoptado para cota máxima de desmonte y terraplén las mismas que han servido de norma en el estudio del anteproyecto oficial.

Este perfil ha de considerarse solamente como la demostración de una *posibilidad,* y por estar hecho con idea de una fácil comparación con el análogo del anteproyecto oficial, ha de estimarse desde luego susceptible de considerables mejoras. Entre ellas pudiera ser conveniente pasar algunos arroyos y barrancos más aguas abajo, haciendo algunos viaductos de dimensiones moderadas y disminuyendo la longitud de los túneles. Podría también aumentarse la longitud del túnel de la divisoria hasta 6 kilómetros, con lo que ésta podría pasarse a una cota 1.180 ó 1.200 m., inferior al del puerto de Bochones del trazado Soria-Alduides, disminuyendo, por consiguiente, la cuantía de la rampa de acceso, con lo que, además de no aumentar la longitud total de los túneles, se mejoraría el consumo medio por tonelada-kilómetro y la velocidad media por hora. O también, al aumentar el túnel de la divisoria, podría conservarse la rampa de 10 milésimas de acceso; en cuyo caso, cabría cruzar el río más aguas abajo, acortando la longitud total del trazado, sin empeorar el perfil, lo que también sería beneficioso.

Aunque las contrapendientes que tiene el trazado son insignificantes en el estudio de un proyecto, convendría tratar de evitarlas, vislumbrándose tal posibilidad con un trazado que se aproximase a la carretera general de Madrid a Irún.

Entre Aranda y Somosierra, a falta de perfil, hemos tomado, como distancia, la que resulta del trazado replanteado para el ferrocarril del meridiano el año 1896, aunque la pendiente máxima sea sólo de 10 mi-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

lésimas, porque este trazado sigue primero un terreno fácil, la vaguada del arroyo de la Nava, a la salida de Aranda, y el río Riaza hasta la población de este nombre, y de aquí va al puerto de Somosierra, que lo cruza en la cota 1.410 m., con un túnel de 564 m. Río arriba de la zona, representada en los planos de este trazado, se ve que es posible modificarla, reduciendo todas las rasantes a la máxima de 10 milésimas sin acortar la longitud. Y en aquella parte de las proximidades del puerto en que la zona de plazo es insuficiente, puede conseguirse seguramente igual resultado, porque las pendientes máximas de aquel ferrocarril eran de 20 milésimas y subía 1.410 m. Otra solución puede encontrarse entre Aranda y Somosierra, aproximándose más a la recta o desviándose hacia Sepúlveda.

De Aranda a Burgos hemos adoptado la longitud del proyectado ferrocarril Segovia-Burgos, actualmente en confrontación, durante la cual se están estudiando variaciones de importancia, que le mejoran notablemente, hasta el extremo de reducir las pendientes máximas a 10 milésimas, quitando todas las de 15 que tenía el primitivo proyecto. Los datos de campo de esta variación están tomados, y permiten juzgar que la distancia no aumenta sobre la del proyecto primitivo. Como no están terminados los de gabinete, nos vemos en la imposibilidad de hacer el estudio detallado del perfil.

Conocidos estos datos, y teniendo en cuenta la velocidad media que resulta del estudio de los numerosos perfiles, hecho con motivo de este trabajo, hemos adoptado la cifra de 92 Km. por hora por la sección Somosierra-Aranda-Burgos. Calculada la velocidad media del perfil de Madrid-Somosierra, nos ha resultado 90,748 kilómetros-hora.

Con estos valores y los obtenidos en el perfil Burgos-Irún, se deduce para el itinerario IX que se puede ir de Madrid a Dax en sólo siete horas y treinta y ocho minutos, con una hora de ventaja sobre el anteproyecto oficial; y si se hace el acortamiento Vitoria-Zumárraga en condiciones que la línea Burgos-Irún siga teniendo igual velocidad media, resulta la ventaja, no alcanzada por ninguno, de una hora y diez minutos sobre el anteproyecto oficial. Esta solución es también la más económica; porque si calculan los consumos medios por tonelada recorrido total de la línea Burgos-Irún y del perfil Madrid-Somosierra y extendemos los resultados al trozo Somosierra-Aranda, admitiendo para Aranda-Burgos, que cruza terreno más bonancible, un término medio entre lo hallado entre Madrid-Somosierra e Irún-Dax, de condiciones análogas, tendremos para consumo medio por tonelada-recorrido total en la línea de trabajo 14,75 y 14,26 kilovatios-hora, según sea el itinerario IX o el X, valor este último no igualado por ninguno, siendo sensiblemente igual el primero al del anteproyecto oficial.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Pero con ser importante este resultado, se agranda al considerar que por el mayor tráfico de estos trazados el consumo en la subestación, que es el que realmente interesa, será más reducido. Así, si se supone que por esta causa sólo se reduce en 1/3 la diferencia entre 34 y 26,35 vatios-hora que por tonelada-kilómetro resulta en el anteproyecto oficial, se llegaría a un consumo en la subestación para tonelada-recorrido total de 17,45 y 18,14 kilovatios-hora, según se trate de los itinerarios IX y X, mientras que en el oficial se llega a la cifra de 18,50 kilovatios-hora. Esta economía, para apreciarla en su verdadero valor, hay que observar que se ha de aplicar a un número de tonelada-recorrido total en nuestro proyecto, superior al doble de las calculadas en el oficial (véase pág. 4).

CÁLCULO DEL TRÁFICO PROBABLE DE LOS DIVERSOS TRAZADOS.—Ya dijimos que el procedimiento seguido por el Ingeniero en el anteproyecto oficial para el cálculo del tráfico provincial adolecía de no tomar en consideración la longitud de las diversas líneas y la densidad de las poblaciones. Así, si hallamos la población de los municipios que cruza la carretera Madrid a Irún, y que serán sensiblemente los mismos que atravesará el ferrocarril del proyecto por Somosierra (1), y se le aplica exactamente el mismo criterio que en el anteproyecto, se obtiene un tráfico de 71.515,60 pesetas; lo que prueba la bondad de los trazados IX y X sobre el oficial. Este ingreso es superior al actual de la línea del Norte, que el año 1917 sólo alcanzaba 67.000 pesetas, a pesar de la supresión de tarifas especiales.

Nosotros opinamos que esta clase de tráfico debe calcularse de la siguiente manera:

El Ingeniero que calculó el tráfico del anteproyecto oficial tomó 9.797 pesetas, sabiendo que la población de las estaciones es de 25.460 habitantes y conocidos el ingreso medio de 0,045 por viajero-kilómetro y 0,07 por tonelada-mercancía (2). Como la longitud es de 113, da una densidad (número de habitantes por Km. de línea férrea) de 191; y si se divide el ingreso kilométrico de 9.797 pesetas por este número, nos da el coeficiente 51,29.

Hechas iguales operaciones con la línea de Tarragona a Lérida, cuyo ingreso kilométrico el año 1912 es de 25.452 pesetas, y la densidad de población de 1.144, resulta para coeficiente 22,44. La media de ambos es de 36,715; y si se multiplica por 1,36 para aplicarla la corrección

---

(1) Todos los datos de población están tomados del «Anuario del Instituto Geográfico» (año de 1918).

(2) Memoria del Norte de 1912.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

del Ingeniero-Jefe, nos resulta 49,93; aproximadamente, 50; número que, multiplicado por la densidad de población de una línea, nos da bastante exactamente el tráfico que nosotros hemos llamado provincial; si para comprobación lo aplicamos a la línea Madrid-Irún, cuya densidad de población es de 610, nos resultan 50.500 pesetas; y si se multiplica sólo por 36,715 para poder comparar los resultados con los obtenidos en el año 1911, se obtiene 22.396,15 pesetas, que sumadas a 33.634 pesetas del tráfico internacional, resultarían 56.030, a los que se agregaría el tráfico de la estación de Madrid, correspondiente a la línea principal, difícil de determinar. Todo ello sería superior a 54.045,63 pesetas, que da como ingreso kilométrico para la línea principal la Memoria del Norte.

Si de algo peca nuestro procedimiento es de obtener resultados *por exceso*. Aplicándolo al proyecto oficial, resulta para tráfico provincial $164 \times 50 = 8.200$ pesetas en el año 1923; y agregando 24.980 del internacional y el de la estación de Madrid, mejorado con la corrección de 1,36 y con arreglo a los datos del Ingeniero, resultan 33.180 como tráfico probable; cifra que aparece razonable comparada con las demás líneas españolas.

Si el mismo método se aplica a la sección Madrid-Burgos por Somosierra, común a los itinerarios IX y X, resulta el tráfico provincial igual a $393 \times 50 = 19.650$ pesetas; y siendo de 24.980 el internacional, y agregando el de la estación de Madrid, se obtiene 44.601 pesetas como ingreso kilométrico de esta sección el año 1923, a lo que habrá que agregar el tráfico directo general que afluiría a los puertos de Bilbao y Santander, que seguramente se uniría a la nueva línea y que, por consideraciones que no tenemos espacio para exponer, no sería inferior a 13.000 pesetas (1), contando sólo con la mitad del actual, mejorada con la corrección de 1,36.

El ingreso total sería, por consiguiente, 57.600 pesetas en esta sección.

La otra de Burgos a Irún, que forma parte de la principal, y que tiene un ingreso superior a la media de éste, alcanzó el año 1911 pesetas 54.045,63; y si se mejora éste con la corrección del Ingeniero-Jefe (2), resultarían 73.500 pesetas para el año 1923. La línea Madrid-Somosierra-Aranda-Burgos-Irún tendría en consecuencia un tráfico me-

(1) Prescindiendo del tráfico de la Rioja, que afluye también a la línea Miranda-Bilbao.

(2) El año 1917 el ingreso kilométrico fué de 67.000 pesetas; pero hubo ya supresión de tarifas especiales, por lo que esta cifra no es susceptible de comparación.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

dio que podría estimarse dicho año en 65.500 *pesetas kilómetro;* cifra que es casi el doble que la obtenida por nosotros para el trazado oficial. Esto prueba que la línea propuesta, prolongada a los puertos de Santander y Bilbao, es susceptible de ser construída por la iniciativa particular, considerándola como negocio, siempre que se la otorgue una subvención razonable; ventaja inapreciable que no puede presentar ninguno de los trazados del Este.

Por no hacer interminable este trabajo, no extendemos este estudio a todos los trazados, lo que fácilmente pueden hacer los lectores, conocidos sus fundamentos; pero ello prueba bien a las claras que los resultados obtenidos por nosotros *están de acuerdo con la realidad,* lo que no sucede con los del anteproyecto oficial, como es fácil comprobar cotejando los resultados con los obtenidos por las Empresas ferrocarrileras de España.

RESUMEN COMPARATIVO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS TRAZADOS.— Se ha hecho un estado comparativo, en el que se detalla el presupuesto aproximado de construcción de los diversos trazados con datos de coste kilométrico, que para la nueva construcción se consideran iguales al del anteproyecto oficial; para las dobles vías, el de 100.000 pesetas por Km., previsto por el Ingeniero Sr. Alonso Zabala para la doble vía en la sección Miranda-Alsasua del Norte, que por sus dificultades puede considerarse susceptible de ser aplicada a todas las líneas; para electrificación, los del anteproyecto oficial; para el estrechamiento de vía, los deducidos por Maristany, y para enclavamientos cantidades alzadas, basadas en los costes de las instalaciones últimamente realizadas por la Compañía del Norte.

Hay en él dos casillas que dan las densidades de población en las distintas secciones de los itinerarios y la media en su longitud total en España. Una última casilla contiene los *coeficientes de posibilidad,* que dan idea clara de las condiciones medias generales de cada trazado. Se han deducido, afectando a cada una de las características de velocidad, consumo de energía, presupuesto y tráfico, de un coeficiente entero variable entre 12 y 1, mayor cuanto es mayor la velocidad, menores el consumo y presupuesto, y mayor el tráfico, y tomando para cada itinerario la media aritmética de los cuatro coeficientes que la corresponden.

Este procedimiento concede la misma influencia a cada una de las cualidades de los trazados; pero, en realidad, habría que decidir si es más atendible la necesidad de la economía de tiempo que el coste de construcción, que los gastos de explotación y que el rendimiento de la línea, o si debe la Nación invertir sus disponibilidades con prudencia,

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

construyendo las secciones de ferrocarriles que más puedan contribuir al desarrollo de la riqueza española.

Es curioso señalar que con la cantidad presupuestada para la construcción del ferrocarril Madrid-Soria-Pamplona-Alduides, aumentada sólo en el 20 por 100, podrían construirse con doble vía española y electrificación los dos directos Madrid-Somosierra-Burgos-Irún y Madrid-Soria-Pamplona-Alduides-Dax.

Del cuadro-resumen que comentamos, se deducen consecuencias sorprendentes que importa notar. De Madrid a Soria por Torralba se tardarían, incluyendo las paradas, dos horas y cincuenta y cinco minutos, y por el trazado del anteproyecto oficial tres horas y quince minutos.

De Torralba a Pamplona, seis horas y diez y seis minutos por el trazado oficial, y por Torralba y Soria, cinco horas y veinticinco minutos.

De Torralba a Pamplona se consumen 7,64 vatios-hora por Soria y Castejón, y sólo 7,46 por Casetas, a pesar de haber 90 Km. más. Nótese la importancia que para proyectar ferrocarriles tienen las longitudes virtuales, de que en el anteproyecto oficial se ha prescindido.

CAPÍTULO VI

Líneas férreas de los puertos del Atlántico.

Importancia de Vigo y necesidad de proteger a este puerto español.—Hemos hablado en otro capítulo de la necesidad de enlazar con la red peninsular los puertos de Vigo, Oporto y Lisboa en condiciones que faciliten el transporte, desde ellos al centro de Europa, de los viajeros y mercancías procedentes de América.

La red portuguesa tiene, pues, que unirse al París-Algeciras, cualquiera que sea su trazado; y es indispensable que el puerto de Vigo, llamado a ser el primero del extremo occidental de Europa, tenga un acceso fácil y cómodo a la arteria que se proyecta.

Los actuales ferrocarriles París-Oporto y París-Lisboa por Valladolid y Salamanca, no admiten rectificación en sus trazados porque no se separan mucho de la línea recta, y sus perfiles son de inmejorables condiciones, siendo digno de notarse que la línea Lisboa-Irún por Villaformoso y Medina, a pesar de ser más larga que la que rodea por Castello-Branco, la sierra de la Estrella es de menor longitud virtual, y por eso es la que absorbe el tráfico más importante.

También hemos de observar que si en la actual línea Madrid-Lisboa se hicieran dos acortamientos, uno de Portas de Rodao a Garrovillas de Alconetas, y otro de Madrid a Talavera de la Reina, quedaría

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

ejecutado un directo Lisboa-Madrid por Somosierra y Burgos, que permitiría llegar a París con un recorrido sensiblemente igual al de Villaformoso y Medina. Esto tiene muchísima importancia para la Corte, y es una razón más a favor del directo por Somosierra.

Oporto dista de Irún, por las actuales líneas, 848 Km.; Vigo tiene un recorrido de 903 Km. para llegar a la frontera por una línea de medianas condiciones en su primera parte, puesto que en su perfil hay algunas rasantes de 20 milésimas.

La postergación que esto significa para Vigo ha desarrollado un fuerte movimiento de opinión, que empezó a concretarse en Palencia con motivo de la visita que la Comisión burgalesa de Iniciativas ferroviarias hizo al señor Ministro de Fomento, origen de la Asamblea que, con asistencia de las representaciones de León y Burgos, se ha celebrado recientemente en aquel puerto gallego.

Los anhelos expuestos en estas reuniones hallaron eco en el Gobierno, que, con rapidez poco frecuente, nombró una Comisión de Ingenieros encargados de los primeros estudios para la construcción de los ferrocarriles Vigo-Frontera y Vigo-Madrid que mejorarán las deficientes comunicaciones de aquel puerto con el Centro y Sur de España. Con gusto hacemos constar nuestro aplauso ante el patriotismo que revela la preocupación del Gobierno a favor del puerto de Vigo; pues si puede convenir a las naciones del centro de Europa el desarrollo del puerto de Dakar, y para ello necesitan ferrocarriles que crucen la Península Ibérica, no debe ser menor nuestro empeño de que los puertos españoles adquieran la preponderancia que les corresponde por su situación geográfica: ANTE TODO Y SOBRE TODO, ESPAÑOLES.

Dos trazados se dibujan para el directo Vigo-Frontera: uno de ellos, por León, para enlazar en Burgos con el París-Algeciras, y el otro, por Palencia, uniéndose en Magaz a la línea del Norte, y en Burgos, a la misma línea internacional. Los demás que pudieran concebirse buscando la línea recta no serán prácticamente realizables, en buenas condiciones, por las dificultades que ofrece la cordillera cantábrica; pero no insistimos en este punto, porque siendo objeto del estudio de una Comisión oficial, no parece discreto tratar la cuestión actualmente.

* * *

Hemos procurado condensar en todo lo que precede las ideas que jalonan nuestro ideal ferroviario con gran amplitud de miras, huyendo de particularismos y estudiando soluciones de conjunto, única forma de que un problema de tanto interés nacional, que constituye el nervio

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

ACTA DE LA SESIÓN DEL DÍA 21 DE NOVIEMBRE DE 1919

Se abre la sesión a las diez y cuarto de la mañana.

Para facilitar la discusión suscitada acerca de la ponencia de la Comisión de Burgos, el Sr. PRESIDENTE, a instancia de varios Congresistas, decide entrar desde luego en el estudio de los trabajos suscriptos por los Sres. Bellido y Barutell.

El Sr. BELLIDO dió cuenta del trabajo siguiente, objeto de su ponencia:

"PRINCIPIOS GENERALES EN QUE SE DEBE BASAR LA RESOLUCION DEL PROBLEMA FERROVIARIO

Por D. MANUEL BELLIDO, *Ingeniero de Caminos.*

Cuando todas las naciones del Mundo tienen prácticamente completas sus redes de comunicaciones ferroviarias, nosotros estamos aún pensando en lo que tenemos que hacer y discutiendo el procedimiento de llevarlo a cabo. Parece increíble que hayamos estado viendo acercarse el momento de conflicto gravísimo que se produce en la economía española, por la insuficiencia de nuestros medios de transporte, sin que un momento de resolución nos haya decidido a poner término a tan inacabables discusiones, porque sobradamente se han esclarecido los problemas, especialmente en la Asamblea Nacional Ferroviaria de enero de 1918, sin contar con que la experiencia prolongada y los múltiples ensayos realizados parece que han proporcionado elementos de juicio suficientes para adoptar algún criterio y seguirlo.

Hagamos un último esfuerzo. Es preciso que el Congreso de Ingeniería dilucide esta magna cuestión, de tal manera, que ni quede margen a nuevas discusiones de buena fe, ni a los Parlamentos motivo para retrasar la votación de las medidas conducentes a dotar a nuestra patria de los elementos primordiales de vida, cuya ausencia está poniendo en trance de ruina total la riqueza que penosamente se ha ido desarrollando, e impidiendo el surgimiento de nuevas y numerosas manifesta-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

ciones que nos llevarían rápidamente a ocupar el lugar que España merece y puede alcanzar en el concierto de las naciones.

Pero ocurre también que la masa de capitales acumulada en estos años de grandes negocios exige una pronta inversión, y ninguna más adecuada, más segura y más patriótica que la que el Estado podría proporcionar con la emisión de Deuda destinada a estas obras. Es bien sabido que el ahorro español difícilmente se dirige a las empresas industriales, cuyos riesgos no gusta de compartir, y, en cambio, se coloca sin vacilar en valores del Estado; por otra parte, si no se abre este camino, no hay derecho a quejarse del éxodo de capitales, que estaba previsto y repetidamente anunciado, tanto como está justificado; y si hasta ahora el dinero ha escogido la colocación en monedas extranjeras, lo que tiene la ventaja de que volverá a España, en cuanto el margen de ganancia a favor de los cambios sea suficiente a realizar las aspiraciones de sus poseedores, más adelante, y ya parece que se anuncia, pudiera presentarse otra ocasión igualmente favorable, pero que no ofrezca esta ventaja, y entonces el mal puede ser irremediable.

No se puede perder un momento. El Mundo civilizado ha completado su obra en cuanto a comunicaciones terrestres, y está en la era de las aéreas y submarinas; es decir, que llevamos medio siglo de retraso, y precisamente en los instantes en que el progreso es gigantesco; y esto abochorna que tengamos que confesarlo nosotros, que ni siquiera hemos sabido seguir la marcha emprendida por nuestros antecesores de hace sesenta años, a quienes debemos todo lo que nos ha permitido vivir hasta ahora, como lo prueba la estadística de los ferrocarriles construídos en España, de la que resulta, como todos saben, que la mayor parte de nuestras líneas se construyeron en el segundo tercio del siglo pasado, y, lo que es más grave, en los últimos veinte años apenas se han construído 25 kilómetros de vía normal, en tres pequeños ramales sin importancia, reduciéndose todo nuestro esfuerzo a ejecutar 610 kilómetros de líneas secundarias de vía de un metro.

Pero el caso es que esta inacción contrasta con el derroche que se ha venido haciendo de vana palabrería tantas veces, de graves y sensatas advertencias otras, para hacer notar el enorme peligro que para la misma existencia nacional entraña este estancamiento, de tal manera, que casi hay motivo para llegar a pensar que es más perjudicial que útil plantear de nuevo este problema. Una esperanza queda, y consiste en que ahora es el elemento que trabaja, es la Ingeniería española, la que va a hablar, y su voz tiene que ser escuchada. En la Asamblea nacional de ferrocarriles, celebrada a principios del año pasado, ya se votaron conclusiones importantísimas sobre la cuestión; en la notable obra publicada poco después por el ministerio de Fomento, el señor

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Cambó dice en el prólogo que "la solución del problema ferroviario es base y supuesto forzoso de la solución de todos los demás problemas de orden económico que tiene que resolver España"; y más adelante, "que no puede demorarse, sin próximos e irreparables perjuicios para el país, dar solución al problema ferroviario español"; el Gobierno actual se dispone a presentar a las Cortes un presupuesto extraordinario en que se incluye la construcción de una parte, no muy grande por desgracia, pero que marca una buena orientación, de los ferrocarriles, por cuya falta languidece la Nación. ¿Qué hará el Parlamento? El país entero está pendiente de su actuación, y el Congreso de Ingeniería está en el caso de interpretar sus anhelos y apoyar la propuesta del Gobierno votando las dos siguientes conclusiones, que a modo de afirmaciones previas, tenemos el honor de someter a su aprobación:

PRIMERA. *No hay posibilidad de desarrollar la riqueza de un país sin contar con una completa y extensa red de comunicaciones ferroviarias.*

SEGUNDA. *Es absolutamente preciso construir, sin pérdida de momento, todos los ferrocarriles que España necesita para responder al tráfico actual y para permitir el desarrollo que su potencialidad económica es capaz de crear.*

* * *

¿Cómo se debe hacer esto?

He aquí una cuestión que ya parece resuelta, aunque las últimas discusiones mantenidas en el Parlamento parecía que presentaban divididas las opiniones, y aun puede decirse que la inmensa mayoría de nuestros políticos propugnaban el sistema de concesiones a particulares. Pero en esto ha ocurrido el raro fenómeno de que, hasta hace muy pocos años, nadie tomaba en serio la construcción de los ferrocarriles por el Estado, a la que se atribuían todos los inconvenientes, sin reconocerle siquiera alguna ventaja, y, de repente, sin que a ello precediera nueva discusión, que hubiera llevado los ánimos a considerar con menos prejuicios las cosas, el cambio ha sido tan radical, que hoy, afortunadamente a nuestro parecer, ya es tan unánime el criterio, que apenas hay quien defienda los sistemas tan tenazmente defendidos hasta ahora.

Acaso contribuyera en no pequeño grado el fracaso de la última modificación de la ley de Ferrocarriles secundarios y estratégicos, que se estrelló en el Congreso ante la resuelta oposición de un político que entonces fué el único que se pronunciaba por la construcción por el Estado, y cuyos razonamientos, si entonces no llegaron a prevalecer, es evidente que hicieron mella en todos los espíritus y abrieron el camino

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

para sucesivos progresos en tal sentido. Después, los que no querían convencerse, al ver que pasaba el tiempo, que el país agonizaba por falta de transportes y que los ferrocarriles no se hacían, empezaron a comprender que la única manera de salir de semejante angustiosa situación era que el Estado hiciera lo que los particulares no pudieron realizar, porque era imposible que lo realizaran, porque era lógico que así sucediera y evidente que sucedería; y tan rápida fué la reacción, que, en enero pasado, se pudo dar el caso de que una ponencia que presentamos abogando por este sistema de construcción y formulando conclusiones en este sentido, fué aprobada por unanimidad y sin que hubiera una sola voz que se levantara para defender el otro tan ardorosamente propugnado hasta entonces. Esto ocurrió en la Asamblea nacional de ferrocarriles; y a los pocos meses, el Sr. Cambó escribió las palabras copiadas más arriba, y en distintas ocasiones manifestó esta misma opinión, que ya no tenía contradictores.

Resultado práctico de todo ello fueron los proyectos de ley presentados en el Senado, relativos, unos, a ferrocarriles directos, y otro, de carácter general, encaminado a realizar toda la red de vía de un metro por el mismo sistema y comenzando por establecer las bases del organismo que debe centralizar todos estos trabajos y estudios; la agitación de nuestra vida política, que todo lo malogra, dejó en suspenso la discusión de aquellos proyectos de ley, y no ha sido posible volver sobre ello; pero ya nadie vuelve a pensar en la concesión de los ferrocarriles a particulares.

Es claro que nada se consigue con lamentaciones ni recriminaciones; pero los que de tan antiguo venimos preocupándonos de esta cuestión y teníamos la conciencia de que no había otro medio de salir del atolladero, ¿no hemos de tener siquiera el derecho de protestar de que, de modo tan estéril, se hayan perdido tantos y tan preciosos años para España, para llegar a parar, en fin de cuentas, a lo que estaba previsto y anunciado?

Quedamos, pues, en que es el Estado el que ha de construir los ferrocarriles; y, como esto ya no se discute, no tenemos para qué entrar a exponer nuevamente las justificaciones de este principio. Pero lo que sí hay que dilucidar es la forma de ejecución, la organización que se debe adoptar, porque, no sólo no es indiferente, sino que de ella depende el éxito o el ruidoso fracaso del sistema.

Como en los proyectos de ley aludidos anteriormente, así como en todos los documentos y discursos que han tratado de la materia en los últimos tiempos, se ha hablado de la emisión de Deuda para arbitrar los recursos necesarios para la construcción, no hemos de insistir en que esto es una necesidad primordial, la base de todo el sistema: es de

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

necesidad absoluta, es de justicia, es, en fin, de interés patriótico, y todo ello tan axiomático, que basta dejarlo sentado sin más aclaraciones.

Prevenidos los recursos necesarios para que un ferrocarril se empiece y se construya con toda la rapidez exigida por las necesidades del país y por todos los buenos principios industriales, hay que resolver varias cuestiones del mayor interés, porque desde luego la organización actual es completamente inadecuada para una empresa de esta naturaleza.

En primer lugar, es preciso centralizar en un solo organismo todo el servicio relativo a nuevas construcciones y hacerlo independiente de las Divisiones de ferrocarriles, creadas con otro objeto, y cuya misión es completamente distinta; para la debida unidad en todos los aspectos y aun con fines económicos, no es conveniente que haya cuatro jefaturas diferentes e independientes entre sí, encargadas de las líneas que corresponden a sus respectivas demarcaciones, y todo aconseja la creación de un Centro único. Siguiendo la pauta iniciada por el ministerio de Fomento, y cuyos resultados son reconocidamente beneficiosos, parece que podría ser prácticamente un Servicio central de ferrocarriles, a semejanza de los de Puertos y Señales marítimas y el Central hidráulico; pero hay razones por las cuales creemos que lo que en este caso procede es algo más importante y con carácter muy diferente.

El organismo que tomara a su cargo empresa semejante debe estar dotado de una gran independencia y asumir facultades que no tienen, ni pueden tener, los Negociados, ni siquiera las Subdirecciones de un ministerio; es preciso que él mismo disponga de las fechas en que se hayan de poner en circulación las cantidades de Deuda que demanden las necesidades de las obras; que resuelva la adquisición de maquinaria, que se dedicará, según los casos, a unas líneas o a otras, según las necesidades de cada una, cargando a las diferentes cuentas respectivas los alquileres correspondientes; que destine al personal a las líneas en que, en cada momento, sea más conveniente; que disponga las subastas, concursos, destajos, etcétera, y, como ideal al que se debiera llegar, que no tenga que someterse rigurosamente a la ley de Contabilidad.

Estas facultades no se le pueden dar a un Servicio central dependiente del ministerio de Fomento; y por eso, y porque entendemos que a lo que se debe tender es a copiar la organización de las sociedades anónimas o, en general, mercantiles, proponemos la creación de un Consejo de Administración con todas las garantías que se deseen, pero con todo el prestigio de que debe estar rodeado y con todas las facultades de que debe estar investido, si ha de responder al cometido que se le encomienda. El cargo de Presidente lo desempeñaría un Delegado regio, y los de vocales se nombrarían de tal modo, que en el Consejo

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

estuvieran representados todos los elementos que pueden tener intervención, ya por sus conocimientos, ya por la misión que desempeñan en la economía nacional; de modo que debería haber un Inspector general de Caminos, un Director o Subdirector general de Hacienda, un representante de la Banca española, otro de la Siderurgia y Metalurgia, y quizá algún otro, aunque no sería conveniente que el número de vocales excediera mucho de cuatro.

Dependiendo de este Consejo, se establecería un servicio distinto para cada línea de ferrocarril, a las órdenes de un Ingeniero-Jefe. Esto daría toda la facilidad apetecible, dentro de la unidad de criterio, que es imprescindible y que economiza tiempo y trabajo. En efecto: una oficina central redactaría los pliegos de condiciones, que serían los mismos para todos los casos análogos, y sería la encargada de anunciar y adjudicar todos los concursos y subastas; haría proyectos de obras pequeñas, que, admitidos como modelos, se aplicarían con generalidad; adquiriría los poderosos medios auxiliares que se emplean en las grandes obras del Mundo, y que son imprescindibles para la rápida ejecución de las obras, con objeto, además, de ahorrar brazos, cuya insuficiencia puede ser un serio obstáculo para ella, y con el de abaratar el coste unitario en la mayor parte de los casos, y así, podría disponer de excavadoras, machacadoras, hormigoneras, etcétera, cuyo coste elevado puede no ser soportado económicamente por una sola línea, pero que, pudiéndose aplicar sucesivamente en varias, realizarían los dos objetos apuntados; haría las adquisiciones de material fijo y móvil, y aun de ciertos materiales de construcción de uso general, con lo que la enorme importancia de los pedidos y su uniformidad procuraría precios ventajosos.

Cada una de las oficinas, correspondiente a un ferrocarril, o a más de uno, si se agruparan los de muy pequeña importancia dentro de una zona limitada, se entendería solamente con el Consejo; y se puede comprender cuánto habría que simplificar esta organización la marcha de los trabajos, que, en el momento que hubiera varias líneas en construcción simultánea, podría llegar a ser muy complicada y adolecer de falta de unidad si no se adoptara algún sistema de esta especie. De otra índole, pero de importancia no despreciable, sería otra ventaja que produciría la dependencia de cada Jefatura de un Consejo único, que a todas por igual habría de facilitar los medios de desenvolvimiento, cual es la de estimular la emulación entre ellas, haciendo más intenso el trabajo, ya que, no pudiendo existir razonable preferencia por ninguna, circunstancia que en la práctica debilita las energías, cada uno estaría interesado en hacer más y mejor que los demás.

Por último, nada se opone a que el mismo Consejo de Administra-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

ción sea el encargado de regir la explotación de las líneas construídas, y entonces se habría realizado el ideal de que el Estado sea el explotador, sin los inconvenientes que de ordinario se atribuyen a este sistema. Desarrollado este criterio en ponencia presentada por el que suscribe en la última Asamblea nacional de ferrocarriles, a ella nos remitimos: que no parece correcto reproducir como nuevo lo que ya se ha hecho público una vez; pero como aquí tiene su lugar adecuado, no creemos deber prescindir de apuntarlo.

Resumiendo esta parte de nuestro estudio, sometemos al Congreso las siguientes conclusiones:

TERCERA. *El Estado debe construir directamente los ferrocarriles, sin volver a intentar otorgar concesiones a particulares.*

CUARTA. *La construcción no debe hacerse con cargo a los presupuestos ordinarios, sino mediante la emisión de Deuda especial, de tal manera, que cada línea pueda disponer, en todo momento, de las cantidades precisas, para el rápido desarrollo de las obras, hasta su terminación.*

QUINTA. *Se creará un Consejo de Administración, con amplias facultades para administrar los fondos y dirigir la construcción de todas las nuevas líneas de España, el cual funcionará con la mayor autonomía, como el de una compañía mercantil. De él dependerán las distintas jefaturas que se establecerán para cada ferrocarril o grupo de pequeños ferrocarriles de una misma zona limitada.*

SEXTA. *Este Consejo tendrá a su cargo la explotación de los ferrocarriles que se vayan construyendo y constituyan la red del Estado.*

* * *

Algunas palabras hemos de dedicar, por último, a una cuestión que también hay que resolver, aunque su importancia sólo es relativa y dependerá principalmente de la intensidad con que se acometa la construcción de los ferrocarriles: nos referimos al orden que se debe seguir en estas construcciones; y es claro que, si se adopta una marcha rápida, cual es reconocidamente necesario, poco importa ya que algunas líneas se retrasaran, aun siendo muy interesantes, sabiendo que este retraso nunca podría ser muy grande.

Pero en cualquier caso, este orden de prelación no puede ser indiferente, y no ya para acudir a las necesidades de las regiones o a los intereses relacionados con la minería, sino a consideraciones de más peso, y que no parece, al menos por las apariencias, que siempre se tengan presentes.

En efecto: es muy general, cuando de este problema se trata, que

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

nadie se ocupa más que de los ferrocarriles secundarios y estratégicos; cuando más, se han llegado a mencionar los complementarios, y esto ya es un gran paso; pero alguna vez, ocupándonos de esta cuestión hemos formulado la pregunta: ¿Qué sucedería si, conservando la del principal actual, los ferrocarriles secundarios empezaran a verter en ella el tráfico de todas las regiones de España? Porque, por pesimistas que seamos, y nosotros somos todo lo contrario, no podremos negar que la inmensa riqueza que España encierra se tiene que poner en valor en plazo breve, bien por nosotros mismos, o ya por otros, si nosotros no sabemos hacerlo, y entonces el conflicto será de tal magnitud, que produciría una catástrofe económica.

En la actualidad, no sólo no falta tráfico para nuestras grandes líneas, sino que son ellas las que no tienen capacidad para afrontar todo el que se presenta; y si hay quien lo niegue, que dé una explicación satisfactoria de la limitación del número de asientos en casi todos los trenes de viajeros, de la supresión de facturaciones, de los plazos inverosímiles de entrega de mercancías y de tantas y tantas trabas como se encuentran en todo lo que se refiere a utilización de los ferrocarriles. Esto, que parecía que sólo era accidental durante los años de guerra, se va prolongando en términos que no pueden aceptar como permanentes, si no hemos de conformarnos con que España vaya poco a poco muriendo, a pesar de todos sus impulsos de vitalidad; y esto, repetimos, no obedece más que a falta de capacidad de tráfico de nuestra red principal; como lo lógico es que esta insuficiencia se vaya acentuando de día en día, no sería disculpable que en estos momentos el Congreso de Ingeniería dejase de plantear esta cuestión y pronunciarse en el sentido de evitar las consecuencias de tamaña imprevisión.

No hemos de negar que la primera medida que hay que tomar es la de ampliar las instalaciones de las líneas actuales; sobre esto, mucho se había iniciado antes de la guerra, y mucho se hará seguramente con el concurso del Estado, como parece inevitable. La construcción de los ferrocarriles complementarios también puede ser, en algunos casos, el medio de salir al encuentro de la dificultad; pero hemos de insistir una vez más en que esto, dentro de pocos años, será ya insuficiente, y sería vergonzoso que nos pasáramos la vida resolviendo los problemas en vez de evitarlos, y después que nuestra dejadez nos hubiera traído perjuicios irreparables; es decir, siempre tarde y cuando la gravedad del mal nos haya hecho caer en la cuenta de nuestra equivocación.

Porque este retraso puede tener aún otras consecuencias, además de las gravísimas apuntadas: que una dirección previsora no se debe limitar a evitar desastres descontados, sino que está obligada a favorecer y estimular el desarrollo de la riqueza, a marchar por delante del pro-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

greso en vez de ir siempre a remolque, con retraso y sin conseguir nunca estar a tono con los tiempos. ¡A qué funestas consecuencias nos ha traído el absurdo criterio de no hacer ferrocarriles más que cuando el tráfico estuviera creado, como si esto fuera posible, ni, menos, prudente! Este es el medio de poner constantemente un freno a todas las manifestaciones de la riqueza; y sólo en fuerza de necesidad y venciendo dificultades de todo género, han podido aumentar nuestra industria y nuestro comercio.

Y no se diga que esto son exageraciones, porque la relación de los kilómetros de ferrocarril en España, con su extensión, es la menor del Mundo civilizado; luego la estadística pone de manifiesto lo que inevitablemente tenía que suceder.

De todo ello se desprende que, puestos a resolver el problema ferroviario, hay que empezar por preocuparse de reforzar la red principal por todos los procedimientos, sin que esto quiera decir que no se deba simultanear la construcción de aquellas líneas que, por su interés industrial, tienen una preferencia que no admite demora, y éstas son muy difíciles de señalar. Pero como no es nuestro propósito proponer un plan de construcciones, que ello es materia para estudiada con detenimiento y por los organismos que el Estado tiene, bastan estas indicaciones como orientación general, que entendemos que debe presidir a tal estudio, proponiendo al Congreso la siguiente conclusión:

SÉPTIMA. *Al decidir el orden de prelación en las nuevas construcciones de ferrocarriles, debe darse la preferencia a los que sirven para reforzar la red principal, al mismo tiempo que se amplían y completan las instalaciones de la existente, simultaneándolos con aquellos que permitan atender a importantes necesidades industriales o mineras.*

CONCLUSIONES

He aquí las conclusiones que proponemos al Congreso:

PRIMERA. No hay posibilidad de desarrollar la riqueza de un país sin contar con una completa y extensa red de comunicaciones ferroviarias.

SEGUNDA. Es absolutamente preciso construir, sin pérdida de momento, todos los ferrocarriles que España necesita para responder al tráfico actual y para permitir el desarrollo del que su potencialidad económica es capaz de crear.

TERCERA. El Estado debe construir, en general, los ferrocarriles, y sólo por excepción otorgará concesiones a particulares, sin auxilio de ninguna clase.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

CUARTA. La construcción no debe hacerse con cargo a los presupuestos ordinarios, sino mediante la emisión de Deuda especial, de tal manera, que cada línea pueda disponer en todo momento de las cantidades precisas para el rápido desarrollo de las obras hasta su terminación.

QUINTA. Se creará una entidad con amplias facultades para administrar los fondos y dirigir la construcción de todas las nuevas líneas de España, la cual funcionará con la mayor autonomía.

SEXTA. Esta entidad tendrá a su cargo la explotación de los ferrocarriles que se vayan construyendo y constituyan la red del Estado.

SÉPTIMA. Al decidir el orden de prelación en las nuevas construcciones de ferrocarriles, debe darse la preferencia a los que sirven para completar la red principal, al mismo tiempo que se amplían y perfeccionan las instalaciones de la existente, tendiendo a realizar una acción conjunta que satisfaga las necesidades nacionales y simultaneándolos con aquellos que permitan atender a importantes necesidades industriales o mineras."

Después de la lectura de estas conclusiones, se procedió a la discusión de las mismas, las que, después de una detenidísima discusión, fueron aprobadas, unas, íntegras, por unanimidad, y otras, con algunas correcciones, por mayoría de votos. Estas conclusiones constan en el lugar correspondiente.

Terminado este asunto, y restando ya poco tiempo hábil, dióse lectura a la conclusión con que el Sr. Barutell termina su trabajo, que a continuación se publica:

"ANCHO DE VIA

Por D. CARLOS BARUTELL, *Ingeniero militar.*

"Partiendo de la base de que la adopción del ancho de seis pies de Burgos para la vía normal española no ha reportado las ventajas posibles, por varias razones, y entre ellas, la de que el ancho de entrevías no se encuentra en relación con el de vía, se deduce la siguiente *conclusión*:

"Convendría al interés nacional la adopción de un programa definido para la construcción de los futuros ferrocarriles, tomando como base realizar la transición del ancho actual de la vía española y portuguesa al ancho normal que se proyecta para alguna línea nueva."

Como el autor no estaba presente, y en la Sección se manifiestan opuestos criterios sobre el asunto, se acuerda no continuar el estudio de éste, y la Presidencia levanta la sesión.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

ACTA DE LA SESION CELEBRADA EL DIA 22 DE NOVIEMBRE DE 1919

Se abre la sesión a las diez y media de la mañana.

Se pone a discusión el trabajo del Sr. Barutell, cuyo tema es "Sobre el ancho de vía".

Como este señor no está presente, se acuerda que no ha lugar a discutirlo.

Sin embargo, el Sr. GARCIA FARIA hace suyas las conclusiones del Sr. Barutell ausente, y después de justificar su intervención sobre el tema, expuso argumentos de todas clases en apoyo de su opinión.

A continuación se pasa al asunto de la Comisión burgalesa, "Los ferrocarriles internacionales y la red peninsular".

Se empieza por las enmiendas presentadas a las conclusiones de dicho tema por un grupo de Ingenieros, aprobándose la primera conclusión de esta enmienda con algunas modificaciones.

Por tener que ausentarse el Sr. Presidente, se suspende esta discusión; y en vista de que se encuentra presente el Sr. Cambó, que tiene presentado un interesantísimo trabajo en esta Sección, y, según manifiesta, sus ocupaciones no le permiten asistir en lo sucesivo, se acuerda por la Sección concederle la palabra.

El Sr. CAMBO pronuncia un breve y elevado discurso en justificación de su ponencia ("Proyecto de ley sobre aprovechamientos hidroeléctricos de más de 1.000 kilovatios"), que en época no lejana, como ministro de Fomento, presentó a las Cortes, y cuyas orientaciones y principales fundamentos, ligeramente esbozados, son los que a continuación se indican:

"EXTRACTO DE UN PROYECTO DE LEY SOBRE APROVECHAMIENTOS HIDROELECTRICOS DE MAS DE 1.000 KILOVATIOS

Por el Excmo. Sr. D. Francisco Cambó.

Obedece en primer término dicho proyecto de ley a la necesidad de fomentar el desarrollo de los grandes aprovechamientos hidroeléctricos y a la conveniencia de corregir las deficiencias que para

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

ello ofrece la legislación vigente, lo cual se hace sin alterar substancialmente los fundamentos del régimen general existente en materia de aguas, cuyos principios cardinales se desenvuelven en él para acomodarlos a los hechos actuales, de forma que se conserve la acción intervencionista y tutelar del Estado, así como la oportuna subordinación de los intereses particulares y privados a los públicos, admitiendo para ello la expropiación de terrenos y aun de otros aprovechamientos, incluso los de riego, llegando hasta la declaración de utilidad pública cuando sea necesario para realizar determinadas obras en beneficio de la generalidad. Es de notar que todos esos principios se aplican procurando salvaguardar los intereses públicos, pero sin coartar, antes bien alentando las iniciativas privadas, de las que cabe en primer término esperar el rápido desenvolvimiento de las grandes fuentes de riqueza de esta clase que en España existen.

Divídese el proyecto de ley de que se trata en tres artículos, el primero de los cuales limita la acción de la nueva legislación a los aprovechamientos mayores de 1.000 kilovatios, por considerar que son éstos los que crean una nueva realidad económica no conocida cuando se estableció la legislación actual, y da reglas para el régimen de las correspondientes concesiones ordenadas y agrupadas en las trece bases que dicho artículo contiene.

La primera de estas bases señala los casos de aplicación del nuevo régimen, respetando los legítimos intereses creados a la sombra de la legislación actual, ya que limita el alcance de la nueva a las concesiones que en lo sucesivo se otorguen y a aquellos que por algún acto voluntario vayan a colocarse en el campo de acción de los nuevos preceptos.

La segunda tiende a la nacionalización, ya iniciada en España en materias de otro orden, que ha de ser raíz de nuestra independencia económica, política y aun militar.

La base tercera fija el orden de preferencia de las distintas clases de aprovechamientos para casos de incompatibilidad, y no necesita justificación ninguna porque obedece simplemente a innegables exigencias de la realidad.

La cuarta declara la utilidad pública de estos aprovechamientos, a fin de dotarlos de la necesaria potencia de dominio y asimilación, aunque siempre guardando el debido respeto a todo derecho preexistente, aun el de afección natural del hombre a su región y a su comarca.

La quinta, al señalar plazos y responsabilidades, estimula el cumplimiento de los deberes de los organismos consultivos, procurando armonizar todos los derechos con la conveniente celeridad en la tra-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

mitación de los expedientes, sin consentir que los trámites reglamentarios puedan ser obstáculo para el rápido curso de aquéllas.

La sexta señala los casos en que puede ser indispensable la concesión de prórrogas, que condiciona y regula en forma de que siempre se facilite y active lo más posible la explotación de la riqueza que la energía hidráulica representa para el país, como primer elemento de trabajo y prosperidad; pero al mismo tiempo tiende a dar efectividad a las promesas en que respecto del bien público se basan las concesiones.

La séptima determina los casos de caducidad de las concesiones, incluyendo entre ellas aquel en que una interrupción puede causar grave daño al público interés o a otros económicos que dependan de la continuidad en la explotación.

La octava fija para la concesión un plazo indefinido; pero al mismo tiempo, y a cambio de esto, que está en contraposición con el sistema que hoy impera en otros países, de marcar plazos definidos, reserva al Estado, en primer término, y a los Ayuntamientos, Diputaciones, Mancomunidades, después, el derecho de incautación, previa declaración de utilidad pública y mediante la correspondiente indemnización, regulada en la forma que la misma base determina, de modo que no se perjudique el interés privado.

La base novena concede determinados derechos para el establecimiento de embalses reguladores con relación a los usuarios inferiores a que éstos puedan afectar, y obedece a la necesidad de conocer las resistencias que otros intereses particulares pueden oponer al desenvolvimiento y desarrollo de aprovechamientos más beneficiosos para la generalidad.

La décima es realmente una ampliación de la tercera, respecto a los derechos que al Estado concede sobre aquellos aprovechamientos que excedan de 5.000 kilovatios; obedece a la conveniencia de subordinar los intereses particulares a los públicos, y en ésta, como en aquélla, se establecen ciertas normas que dejan a salvo el respeto que el Estado debe en todo caso a los primeros.

La base undécima crea un nuevo organismo, que denomina "Instituto de Economía Hidroeléctrica", cuya composición y funciones determina en términos generales. En dicho organismo se asocia a la acción del Poder público la colaboración social, la representación de los propios intereses directamente afectados por los preceptos anteriores, con lo cual tiende a evitar los temores y suspicacias que el intervencionismo del Estado pudiera producir.

La duodécima preceptúa la formación de un inventario de la riqueza de esta clase existente en el patrimonio nacional, con lo cual

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

se subsana la gran deficiencia que sobre este punto se observa actualmente, y que es causa muy principal de la dificultad de implantación en España de la política económica que en este orden es más conveniente a los intereses del país.

La décimotercera señala forma y plazos para dictar el Reglamento para la aplicación de los preceptos de la ley y demás disposiciones que deben contribuir a su eficacia, y da reglas para acomodar los aprovechamientos ya pedidos o concedidos a las normas que aquélla establece.

Por último, el artículo 2.º, al hacer obligatoria la inscripción de toda clase de aprovechamientos de aguas públicas, tiende a que cese la indecisión que reina hoy con respecto a los derechos que otorga la Administración en materia de aguas, que a tantos litigios da lugar, y el artículo 3.º modifica los 164 y 165 de la ley actual, suprimiendo la limitación que establecen respecto del caudal necesario para abastecimiento de poblaciones, para ponerlo más en armonía con las necesidades presentes y aun futuras.

Tal es en síntesis el proyecto de ley de que se trata, cuyos detalles pueden estudiarse con todo el detenimiento que su importancia requiere consultando el *Diario de Sesiones del Congreso de los Diputados* de la anterior legislatura."

El Sr. MACHIMBARRENA hace algunas consideraciones sobre lo manifestado por el Sr. Cambó, el cual se ausenta por exigirlo así sus perentorias ocupaciones, y manifiesta quedar conforme con que no se examine su labor con el carácter de ponencia.

La PRESIDENCIA propone, y así se acuerda, hacer constar la satisfacción y agradecimiento de la Sección al Sr. Cambó por su interesantísimo discurso.

Y por lo avanzado de la hora, se suspende la sesión a las doce y treinta, para continuarla a las tres de la tarde.

* * *

Reanudada la sesión, el Sr. MENDEZ VIGO da lectura a la enmienda firmada por él y los Sres. Valentí de Dorda y Arazola; y después de amplia discusión, en la que intervinieron los Sres. FESSER (D. Carlos), RODRIGUEZ ARANGO, GARCIA FARIA, SOUSA, BASCONES, ARAZOLA, MANCISIDOR y BELLIDO, es aceptada con algunas modificaciones, como adición a la primera de las conclusiones relativas al tema de la Comisión burgalesa sobre "Ferrocarriles internacionales y la red peninsular".

El Sr. RODRIGUEZ ARANGO lee la segunda conclusión sobre

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

este asunto, la cual es aprobada después de breves observaciones de los Sres. KELLER, MENDEZ VIGO y MANTECON, con una modificación referente al carácter de la Comisión a que alude la segunda de las conclusiones del Congreso internacional de la Asociación española para el progreso de las ciencias, celebrado en Bilbao en el mes de septiembre de 1919, para que dicha Comisión sea nacional en vez de hispanoportuguesa.

El Sr. RODRIGUEZ ARANGO da lectura a las conclusiones tercera y cuarta; y en vista de la contraposición de juicios emitidos por varios señores Congresistas, sin lograr ponerse de acuerdo, la PRESIDENCIA da por terminada la discusión, y levanta la sesión de este día, anunciando que la próxima se celebrará mañana, domingo, 23, a las diez de la misma, para continuar tratando de los asuntos que figuran en el orden del día de esta sesión.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

ACTA DE LAS SESIONES CELEBRADAS EL DIA 23 DE NOVIEMBRE DE 1919

Abrese la sesión a las diez y cuarto de la mañana.

El Sr. VICEPRESIDENTE lee el trabajo presentado por D. Mariano Rubió, que es el siguiente:

"COMUNICACION A TRAVES DEL ESTRECHO DE GIBRALTAR: ESTUDIO DEL PROBLEMA

Por D. MARIANO RUBIÓ Y BELLVÉ, *General de brigada.*

I

Consideraciones preliminares.

Sería cerrar los ojos a la visión del porvenir desconocer la importancia, cada día mayor, que adquiere el Africa dentro del concierto universal. Su reparto completo, casi pudiéramos decir su descubrimiento total, ha sido de nuestros días, y, a pesar de lo corto de este período, ya se vislumbra cuánto empeño han de poner los pueblos europeos en colonizar el que hasta hace pocos años era nada más que un continente misterioso, un continente negro. Francia e Inglaterra han tomado para sí la mayor parte del inmenso territorio africano, creando en él ricas provincias que cada día dan mejores frutos a los respectivos Estados.

En este problema de la colonización de un pueblo, las comunicaciones desempeñan el primer papel. Las riquezas naturales sólo tienen valor en el mercado mundial en cuanto existen medios adecuados para transportarlas. Inglaterra, por ejemplo, ha hecho uno de los ideales de su historia contemporánea la construcción del gran ferrocarril del Cairo al Cabo. Para asegurar la construcción de esa gran arteria y su posesión completa ha realizaro sacrificios enormes y hasta quizá, para suprimir obstáculos que en este concepto se oponían a este camino, promovió la guerra con los boers. En la gran lucha iniciada en 1914, es posible que haya intervenido como factor importante este deseo de Inglaterra de poseer por entero la faja oriental del Africa, cortada por una colonia alemana.

Las vías férreas satisfacen ciertas necesidades del transporte mejor

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

que la navegación. Cuando la mercancía no procede de un puerto y está precisamente destinada a otro puerto, exige que sea cargada y descargada varias veces para pasar del ferrocarril al buque y de éste de nuevo al ferrocarril; lo cual es un inconveniente para ciertas mercaderías. Ello hace que cuando éstas proceden y van al interior, el transporte por vía férrea compita con el marítimo. Pero, además, cuando se trata del transporte de mercancías de gran velocidad, la preponderancia de los ferrocarriles es evidente, pues el número de salidas de vapores no es de mucho tan frecuente como el de trenes. Respecto al transporte de viajeros, la predilección que éstos sienten por la vía férrea, cuando se compara con la navegación, es tan evidente, que apenas hay comparación posible.

Surge de lo expuesto el pensamiento de que si fuese posible establecer un ferrocarril por debajo del Estrecho de Gibraltar, España tendría en sus manos una parte importantísima del tráfico del continente africano. Por este solo hecho, nuestro país, que, económicamente, y también desde otros puntos de vista, padece el mal de hallarse situado, no en el corazón de Europa, sino en una de sus extremidades, vendría a quedar colocado en el punto de enlace entre el viejo continente y el novísimo continente, que va a ser teatro de la máxima actividad colonizadora de los Estados europeos durante muchísimos años.

Ningún hecho como la construcción de un ferrocarril a través del Estrecho de Gibraltar sería capaz de trasladar, por decirlo así, al centro de gravedad de nuestro país dentro de Europa. Y es que a la importancia comercial extraordinaria de dicha vía, se uniría su considerable valor estratégico. La gran guerra europea ha demostrado de una manera indudable que la seguridad de las comunicaciones marítimas es nula para los países que no disponen de superioridad en la potencia naval, y que aun para las que la tengan, cada día ha de ofrecer mayores peligros la navegación en tiempo de guerra. Considérese, pues, con los rumbos que va tomando la guerra marítima y también el comercio marítimo en tiempo de guerra, cuál habría de ser la importancia militar del ferrocarril por debajo del Estrecho de Gibraltar.

Pero que una cosa sea ventajosa no quiere decir que resulte posible y práctica, pues no siempre la realidad marcha del brazo de lo que el deseo imagina. Las presentes páginas tienen por objeto examinar, desde puntos de vista diversos, este magno problema de crear una vía férrea a través del Estrecho de Gibraltar. El examen ha de demostrar que no hay ninguna condición que *a priori* obligue a rechazar la idea como irrealizable. No se presenta al espíritu la ejecución de esta obra con más dificultades previas que las que ha exigido la perforación de los Alpes, y en cambio las ventajas son tan extraordinarias, que difí-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

cilmente pueden concebirse hoy. El Africa es un continente cuya colonización progresa a marchas forzadas. Aumenta de un modo considerable de año en año la red de sus vías férreas; las riquezas de su suelo cada día se extraen en cantidades superiores. En Africa penetra la vida universal con fuerza tan grande, que poseer la llave de una de sus puertas es poseer una de las llaves del Mundo.

Estudiar el problema de establecer una comunicación férrea con el continente africano es, entendemos, una labor patriótica. Si del estudio detenido resultan dificultades insuperables, nada se ha perdido con analizar estas dificultades. Pero no nos asustemos de la magnitud de los problemas antes de plantearlos; no hablemos constantemente al pueblo español de cosas pequeñas; interesémosle en algo que sea grande, y así lograremos elevar su decaído espíritu, falto constantemente de ideales nobles que aviven sus energías, aletargadas por la atmósfera de lo nimio e insignificante que se le hace respirar.

II

Bases del proyecto.

La idea de perforar un túnel por debajo del Estrecho de Gibraltar es natural que se le haya ocurrido a todo el que ha pasado los ojos por el mapa de España, pues es tan corta la distancia que separa nuestra costa de la costa africana, que se siente como una tentación espontánea de querer salvarla de cualquier modo que sea, prescindiendo de la travesía marítima. De aquí que se hayan hecho varios estudios relativos al particular, estudios que no han salido hasta ahora de la esfera de lo especulativo.

Precisa para avanzar en la resolución de un problema, que éste descienda al terreno de las posibilidades prácticas, y por ello, en el caso presente es necesario formular un proyecto completo en el que se estudien con todo detenimiento todas las condiciones técnicas y económicas de la obra concebida. En realidad, hasta la época presente, la realización del proyecto de establecer una comunicación a través del Estrecho de Gibraltar no podía ser de carácter nacional, sino internacional, puesto que en una sola de las márgenes del Estrecho tenía dominio España. Pero reconocida nuestra influencia en una zona de Marruecos, la obra de que tratamos adquiere carácter esencialmente nacional y mucho más teniendo en cuenta que las condiciones del trazado y perfil de la vía proyectada, por felices circunstancias de configuración del fondo del Estrecho, aconsejan como solución más práctica la

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

que corresponda a parajes que por uno y otro extremo de la vía son de dominio o influencia española.

La legislación vigente impone determinadas obligaciones al que quiere efectuar el estudio de una vía férrea en la zona de costas y fronteras. El Real decreto de 17 de marzo de 1891 dice en su artículo 3.º: "Dentro de esta zona no se podrán estudiar, proyectar ni construir vías de comunicación de cualquier clase que sean, sin intervención y aprobación del ministerio de la Guerra."

En el presente caso parece natural la intervención del ministerio de Estado en este asunto, por afectar el proyecto a nuestra zona de influencia en Marruecos. Sea cualquiera la aplicación concreta del Real decreto antes indicado a este caso particular, es evidente el espíritu del mismo de que no se pueden estudiar proyectos de esta naturaleza sin la intervención del Gobierno.

Para solicitar la autorización correspondiente precisa, como es natural, acompañar una descripción somera del proyecto que se desea estudiar, y a este fin responde la presente Memoria y figuras adjuntas; documentos que bastan para formarse idea de la vía de comunicación que se trata de proyectar.

No es la formación de un proyecto completo, como la ley exige para otorgar una concesión, obra de un día. En el caso a que este estudio se refiere hay que proceder, no sólo al examen de la topografía del terreno, sino a realizar sondeos y hasta ensayos para determinar el trazado y el perfil más convenientes, y aun para llegar a abandonar el proyecto si los datos geológicos hicieran entrever insuperables dificultades en su ejecución.

En vista de lo expuesto, creemos que el plazo de cinco años para formular el estudio concreto y completo no es exagerado, y menos en las circunstancias por las que en este momento atraviesa Europa. Por lo tanto, resumiremos este punto manifestando que el primordial objeto del presente trabajo es el de solicitar del Gobierno de S. M. la autorización correspondiente para efectuar, durante el plazo de cinco años, los estudios que sean precisos con el fin de redactar el proyecto de una vía férrea por debajo del Estrecho de Gibraltar.

La obligación de dar idea del proyecto que se desea formular se satisface con las consideraciones generales expuestas en las páginas precedentes y con las notas consignadas en las que siguen, en las que se examinan el trazado y perfil longitudinal más conveniente, el perfil transversal y las presiones, la temperatura y la ventilación, la perforación y sus dificultades posibles, la evacuación del agua, el aspecto económico del proyecto y varios datos comparativos que se refieren a importantes obras ejecutadas o proyectadas en el Extranjero, que tie-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

nen mayor o menos similitud con la que es objeto de la presente Memoria.

Esta fué redactada en el mes de junio de 1916, y a los efectos de la obtención del permiso para los estudios, fué cursada al ministerio de la Guerra en enero de 1918. Por Real orden de 10 de mayo de 1918 se concedió la autorización pedida, habiéndose dictado posteriormente por varios departamentos ministeriales las órdenes oportunas para que fuesen facilitados al autor cuantos datos fuesen convenientes para la redacción del proyecto definitivo.

III

Trazado y perfil longitudinal.

El trazado y el perfil longitudinal de una vía férrea tienen entre sí tan íntima relación, que no es posible desligar la concepción del primero de los datos característicos del segundo. Las pendientes máximas admitidas en éste determinan la mayor o menor libertad de que puede hacerse uso para salvar los obstáculos del terreno. El radio mínimo de las curvas, que tanto influjo tienen en el trazado horizontal, es también un dato fundamental en el estudio de una vía férrea.

En el caso que tratamos, el problema debe plantearse en los siguientes términos: la galería submarina ha de pasar por debajo del fondo del Estrecho, a una profundidad determinada por la naturaleza del terreno. Para llegar al punto de cota mínima es preciso un desarrollo del trazado directamente proporcional a esta cota, e inversamente proporcional a la pendiente máxima admitida.

Supongamos, por ejemplo, que el túnel, por la forma del terreno en el fondo del Estrecho de Gibraltar, tenga que hacerse descender hasta la cota de 500 metros bajo el nivel del mar y que la pendiente admitida es de 25 milímetros por metro. La longitud de galería subterránea o submarina, que a cada lado de esta cota mínima es precisa para llegar a ella es de

$$\frac{500 \times 100}{2{,}50} = 20.000 \text{ metros.}$$

Es decir, que, en junto, para que un túnel pueda llegar en uno de sus puntos a 500 metros bajo el nivel del mar, es preciso que tenga un desarrollo de 40 kilómetros.

Han sido precisas estas consideraciones para demostrar que la lon-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

gitud del túnel no depende, en el caso que tratamos, de la anchura del brazo de mar que hay que atravesar, sino de la profundidad y de la pendiente máxima admitidas; datos de que hay que partir para determinar el trazado más conveniente.

Examinando (fig. 1) el plano del Estrecho de Gibraltar con los datos que arrojan los sondeos realizados en diferentes parajes, puede observarse que en la parte más angosta el Estrecho tiene una anchura aproximada de unos 14 kilómetros; pero en esta zona la sonda ha señalado profundidades de más de 600 metros; de modo que, contando con que el túnel tendría que perforarse a bastante mayor profundidad que la del fondo del mar, resultaría para la cota más baja del túnel una cifra que podemos fijar en unos 650 metros. De ello se deduce que, admitida la pendiente de 25 milímetros por metro, las galerías de acceso a este punto más bajo habrían de tener por cada lado del mismo una longitud de 26 kilómetros, lo cual daría al túnel una longitud total de 52 kilómetros.

Esta solución, aunque estudiada en la Memoria original con todo detalle, no se ha representado, para evitar confusiones, en la figura 1 del presente trabajo, en el cual designamos el trazado correspondiente a dicha solución con el título de trazado *B*. Por razón del trozo de rasante horizontal que se admite en la sección más profunda del túnel, el trazado *B* exige una longitud real de galería de unos 58 kilómetros (figura 2).

Adoptando el trazado *A*, que se desarrolla en la zona donde el Estrecho de Gibraltar se abre hacia el Atlántico, puede establecerse la comunicación intercontinental sin necesidad de llegar a profundidad tan grande como la exigida por el trazado *B*. La sonda acusa, en la zona a que nos referimos, profundidades que exceden poco de 300 metros. Adoptando para el punto más bajo del túnel la cota negativa de 380 metros, suficiente, probablemente, para asegurar la resistencia e impermeabilidad de la galería, y suponiendo, como ya hemos hecho para el trazado *B*, una pendiente de 25 milímetros por metro, la longitud del túnel necesaria para llegar al punto más bajo del mismo sería de 16 kilómetros, y, por lo tanto, de 32 kilómetros de longitud total del túnel, que, por la misma razón que en el trazado *B*, pasa a ser de 36 kilómetros.

Tanto en la hipótesis del trazado *A* como en la del *B*, hemos partido del supuesto de que las bocas del túnel se abrían al nivel del mar. En realidad, esto no es cierto, sino que el acceso al túnel, en uno y otro de sus extremos, habría de hallarse algo por encima del nivel del mar. Se comprende, por lo tanto, que la longitud total del túnel excederá algo de las cifras teóricas antes indicadas; pero la diferencia, que

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

sólo podría conocerse con exactitud al estudiar detenidamente el proyecto, no alteraría gran cosa las indicaciones generales que estamos exponiendo.

Claro es que el trazado *B* ofrece sobre el trazado *A* la ventaja de que tiene más corta la parte submarina del túnel. Mientras que las secciones continentales del túnel pueden subdividirse por medio de pozos de relativamente escasa profundidad, la sección submarina constituye una galería indivisible, sin más puntos de ataque posible que los dos pozos en las márgenes del Estrecho. En este concepto, el trazado *B* posee la superioridad de que su galería submarina es de 14 kilómetros, mientras que en el trazado *A* la galería submarina es de 20 kilómetros aproximadamente. Pero, a pesar de ello, la ventaja absoluta se inclina a favor de este último trazado, porque la suma de las dificultades que encierra su realización es muy inferior a las que en conjunto ofrece el trazado *B*.

Debemos hacer notar que la longitud total del túnel que exigen uno y otro trazado dependen, como ya hemos indicado oportunamente, de la pendiente máxima admitida. Es indudable que podría rebasarse la pendiente de 25 milímetros por metro, que ha servido de base a los tanteos que antes hemos hecho. El rebasar esta pendiente podría efectuarse, hasta cierto límite, sin grave dificultad, pues al llegar a la zona del túnel, los trenes, que de todos modos habrían de ser arrastrados por locomotoras eléctricas, podrían, en cuanto fuese necesario, partirse de tal modo, que para estos trenes, de peso reducido, la tracción pudiera verificarse en buenas condiciones, sin tener que recurrir al empleo de locomotoras excesivamente pesadas.

Cabría todavía más para reducir la longitud total del túnel, y es acudir, para salvar la diferencia de nivel que el mar impone, al empleo de medios especiales de tracción, que permiten alcanzar pendientes mucho más pronunciadas. Sin salirse del empleo de la tracción por adherencia simple, pueden perfectamente salvarse pendientes del 10 por 100; pero esto exige que todos los ejes sean motores. En nuestro caso, sería preciso, si se adoptase esta solución, que el túnel se franquease por medio de trenes especiales, lo cual sería molesto para los viajeros y caro y pesado para las mercancías, haciendo desvanecer esta solución casi todas las ventajas de la combinación férrea intercontinental.

Podría también adoptarse, para forzar las pendientes del túnel, el empleo de locomotoras eléctricas de adherencia forzada, o a que marchasen sobre una vía de cremallera, mientras que los vagones del tren circulasen sobre una vía igual a la general del exterior. Esta solución no obligaría a trasbordos de ninguna clase, bastando únicamente subdividir los trenes para proporcionar su resistencia a la tracción, a la po-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

tencia de las locomotoras empleadas, la cual no precisaría que fuesen de peso relativamente tan grande como en el caso de adherencia simple.

Pero, cualquiera que fuese el procedimiento adoptado para forzar las pendientes del túnel, hay que reconocer que las condiciones de la explotación no serían tan perfectas como en el caso de que dichas pendientes no excediesen de las que normalmente se admiten para la tracción por medio de adherencia simple.

Particularmente, en el caso de adoptarse el trazado *A*, la longitud del túnel total resultante no es tanta que obligue, para reducirla, al empleo de sistemas de tracción especiales. A primera vista parece que un túnel, cuya longitud total es de 32 kilómetros, representa una suma de dificultades mayor que el túnel del Simplón, de 20 kilómetros de longitud, y que hasta ahora es el de mayor longitud que se ha perforado.

Es necesario desvanecer por completo este error, que sería esencial en el conocimiento del problema que estamos estudiando. El paso de una vía férrea a través de los Alpes, tanto en el caso del Simplón como en el del San Gotardo, ha exigido una longitud total de túneles enorme; mayor que la que, probablemente, exigiría el paso a través del Estrecho de Gibraltar.

Y es que el caso es parecido, cuando menos, desde el punto de vista del perfil longitudinal de la obra. En efecto: para enlazar, como lo hace la línea del San Gotardo, Milán (altura 123 metros) con Lucerna (altura 437 metros), la vía férrea se remonta hasta la altitud de 1.154 metros, en cuya cota atraviesa los Alpes con un túnel de 14 kilómetros. Pero es preciso fijarse bien: antes tiene que salvar una diferencia de más de 1.000 metros, siguiendo en parte el curso del Tessino, lo cual exige un sinnúmero de obras de fábrica, entre las cuales abundan los túneles. Y al llegar a la cabeza de este valle, la pendiente del río es mucho mayor que lo que permite la vía férrea, y ésta ha de salvar las diferencias de nivel penetrando en la montaña por medio de túneles de trazado helizoidal, cada uno de los cuales le permite ascender poco más de 20 metros. Operación que se repite después que la línea, salvando con el túnel principal la cota máxima de su recorrido, desciende por el valle de Reuss, a costa igualmente de nuevos túneles y costosas obras de fábrica. Así la longitud total de líneas que ha exigido el paso de los Alpes por la línea del San Gotardo es de muchos más kilómetros que lo que parece indicar la longitud del túnel de la divisoria.

Cosa parecida puede decirse de la línea del Simplón que enlaza a Milán (altura 123 metros) con Berna (altura 546 metros). El túnel principal de esta línea, que salva la divisoria de los Alpes propiamente dicha, tiene una longitud de cerca de 20 kilómetros; pero a continua-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

ción posee la misma línea el túnel de Lötschberg, de 14 kilómetros de longitud, lo cual hace que con los demás túneles necesarios para que la línea pueda atravesar todo el macizo de la gran cordillera alpina, el recorrido subterráneo excede de 40 kilómetros. La cota del túnel del Simplón es, en su punto más elevado, de 705 metros sobre el nivel del mar, es decir, 449 metros más bajo que el del San Gotardo. Las obras de acceso a los túneles son más sencillas en la línea del Simplón que en la del San Gotardo; pero el túnel principal tiene más longitud en aquella línea que en ésta, consecuencia de la forma de los valles seguidos, y también porque la línea del Simplón ataca más cerca de su base la cadena de los Alpes. Y es ley general que cuanto más baja es, relativamente, la cota de un túnel que cruza una divisoria, más largo es el túnel y, en cambio, es más sencillo el trazado de las vías de acceso al mismo.

El caso de las líneas del San Gotardo y del Simplón es, pues, análogo, en sus condiciones generales, al de los trazados *A* y *B* del proyecto que estamos estudiando.

Resumiendo, podemos terminar el examen de estos asuntos diciendo que, salvo lo que el estudio definitivo del mismo pudiera aconsejar, se cree preferible el trazado *A*, que atraviesa el Estrecho por la zona de profundidades mínimas y que daría lugar, como se observa en el perfil longitudinal, a un túnel cuya longitud total sería de 36.780 metros, de los cuales corresponderían a la parte submarina 30.805. Si se pudiese establecer un pozo de extracción en el bajo de "Los Cabezos", la porción de túnel indiviso quedaría reducida en 6.402 metros; es decir, que la longitud de galería que tendría que abrirse sin más comunicación entre pozos, se limitaría a 24.403 metros, poco superior al túnel del Simplón y muchísimo más pequeña que la del proyectado túnel del Canal de la Mancha.

IV

Proyectos de túneles submarinos y subfluviales.

TÚNEL BAJO EL CANAL DE LA MANCHA

No es posible tratar de un túnel submarino sin recordar el proyectado, y con tanto aliento empezado, entre Francia e Inglaterra. Hace ya más de un siglo que el Ingeniero de Minas francés apellidado Mathieu presentó a Napoleón el proyecto de un túnel que pudieran utilizar los carruajes. Más tarde, el Ingeniero Tomás de Samoud (fallecido en 1875) formuló un proyecto más completamente estudiado,

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

ductos, que fácilmente podría destruir en caso de guerra la artillería de la escuadra que poseyese el dominio del mar. En conjunto, se trata, por lo tanto, de una obra de considerable importancia, principalmente por la extraordinaria longitud del túnel submarino.

El perfil longitudinal está subordinado a la situación de la capa impermeable de que antes hemos hablado. Tiene esta capa cenomaniense un espesor de 60 metros; es suficientemente compacta e impermeable para que en ella se pueda perforar el túnel en condiciones de seguridad perfectamente aceptables. Para seguir esta capa, el perfil del túnel llega a la cota de 100 metros bajo el nivel del mar, con una pendiente máxima de 18 milímetros por metro. La situación de la capa impermeable exige que casi en el centro del túnel la rasante se eleve algo por medio de dos cortas rampas que se cortan en dicho centro.

Salvo esta elevación que acabamos de indicar, la zona más baja del túnel es la central. Es lo contrario de lo que suele hacerse en los grandes túneles continentales, en los que hacia el centro del túnel se halla el punto de cota más elevado. Así, mientras que en los túneles ordinarios, las aguas, naturalmente, se encaminan hacia las entradas de la galería, en el proyectado túnel de la Mancha las aguas tendrían tendencia a acumularse en la región central del mismo. Para dar salida a dichas aguas, se proyectan por debajo del túnel galerías especiales de evacuación, con pendientes hacia las márgenes del canal, en las cuales se abrirían pozos adecuados, con las necesarias bombas de extracción.

La sección transversal del túnel es circular, de 5 metros de diámetro, previéndose dos túneles gemelos, independientes, para alojar la doble vía. Una bóveda circular ofrece más condiciones de resistencia que un túnel único, de bóveda rebajada, en que se instalase la doble vía.

Los trabajos que se realizaron en el período inicial de las obras fueron verdaderamente importantes, aparte del gran número de sondeos a que antes nos hemos referido. En la costa francesa se abrieron dos pozos, uno de los cuales, de 5,40 metros de diámetro, alcanzó la profundidad de 87,50. De este pozo parten dos galerías: una de ellas a la profundidad de 42 metros y la otra a la de 53. Esta última alcanzaba cuando se suspendieron los trabajos una longitud de 1.839,63 metros, de los cuales 1.683,39 se hallan debajo del lecho del Canal. Por otra parte, en la costa inglesa, la "Submarine Continental Railway Co." perforó una galería de 1.800 metros, de los cuales, 1.400 se hallan bajo el mar. El éxito de estas perforaciones, realizadas en la creta con la perforadora "Beaumont", fué completamente satisfactorio, a pesar de lo cual hubo que suspenderlas indefinidamente por el clamoreo de la opinión pública.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

PROYECTO DEL TÚNEL SUBMARINO ENTRE ESCOCIA E IRLANDA

La posibilidad de establecer un túnel submarino entre Escocia e Irlanda fué estudiada por Mr. Gratton Tyrrell en la *Papular Science Monthly,* en 1913. Estimaba el autor del estudio que una obra de esta naturaleza habría de contribuir, de un modo poderoso, al desarrollo económico de Irlanda, aumentando considerablemente la riqueza del país. Además, facilitaría las relaciones entre Inglaterra y la América del Norte, disminuyendo en un día la duración del viaje marítimo, con sólo habilitar un puerto de Irlanda para la entrada y salida de los transatlánticos.

El túnel debería construirse entre Belfast (Irlanda) y Port Patrick (Escocia). Su longitud resultaría aproximadamente de 40 kilómetros. Cuanto a su profundidad, opina el autor que por lo menos habría de ser de 200 metros bajo el nivel del mar; esto es, 50 metros por debajo del lecho del Canal entre las dos costas. El presupuesto de esta obra alcanzaría de 175 a 200 millones de pesetas (dato anterior a la gran guerra).

El mismo autor examina otros procedimientos para establecer entre Escocia e Irlanda una comunicación por vía férrea, como sería un puente flotante a través del Estrecho, o bien un tubo metálico sumergido en el fondo del canal. Del examen de todas las soluciones deduce que la más práctica es la que resultaría de la construcción del túnel submarino.

TÚNELES DE NUEVA YORK

Existen en la actualidad, en Nueva York, seis túneles que pasan por debajo del lecho del Hudson. Cuatro de ellos pertenecen a la "Hudson and Manhatan Railroad Co.", y dos a la "Pennsylvania Railroad Co.".

Nueva York es la ciudad que ha construído el mayor número de túneles subacuáticos. Bajo los ríos o brazos de mar que separan los diversos núcleos de aquella gran metrópoli, existen actualmente 17 túneles; es decir, un número casi igual al que suman los túneles análogos del resto de las ciudades del Mundo.

El Hudson, entre Nueva York y Jersey y Jersey City, tiene una anchura media de más de 1.600 metros y una profundidad de 12 a 18. El lecho del río está formado por una capa de barro que contiene 30 por 100 de agua. Este barro es perfectamente impermeable cuando se le comprime fuertemente, lo cual sucede cuando se realizan los traba-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

jos de perforación de un túnel por el método llamado del "Escudo". La roca se encuentra en el lecho de Hudson a una profundidad de 75 a 90 metros en la orilla Oeste. No lejos de la otra orilla, la roca aparece a una profundidad mucho menor.

Los túneles últimamente construídos por la "Hudson and Manhatan Co." están generalmente formados por anillos metálicos de 4,65 metros de diámetro. Cada uno de estos anillos pesa 5.144 kilogramos y está compuesto de nueve segmentos iguales y una clave. El espesor del metal es de 37 milímetros, y todas las juntas entre los diversos segmentos están rectificadas, para que las piezas montadas ajusten perfectamente. Las bridas de unión, tanto las que corresponden a los segmentos de un mismo anillo como las que sirven para enlazar los anillos sucesivos, tienen tres agujeros. Además, cada segmento lleva otro agujero, por donde se inyecta mortero de cemento entre los anillos y el terreno que los envuelve.

En las porciones del túnel, en las que éste debe soportar presiones superiores a la normal, el revestimiento metálico se ha reforzado empleando anillos más cortos, de 0,45 metros de longitud, que pesan 4.320 kilogramos. Todavía, cuando se han temido presiones más fuertes, se han consolidado las uniones entre los anillos sucesivos por medio de otros anillos, formados de plancha de acero de 15 milímetros de espesor, cubriendo las juntas de los primeros.

En ciertas porciones del túnel, extremadamente difíciles, se acudió al empleo de revestimiento de acero fundido, de dimensiones análogas al ya descripto, salvo los agujeros de las bridas, que se hicieron de mayor diámetro, para permitir el empleo de pernos de empalme más robustos.

En los túneles de la "Pennsylvania Railroad Co.", se procedió de una manera semejante. Ambos túneles de esta Compañía tienen una longitud de 1.800 metros, atravesando una capa de barro, que en el centro del cauce llega a la profundidad de 90 metros. Se ejecutaron por el método del escudo, empleando el aire comprimido. Se presentaron dificultades graves, durante la construcción, por la mala naturaleza del terreno, dificultades que nacieron particularmente de que el aire comprimido se escapaba de la cámara del escudo. El avance medio por veinticuatro horas fué de 1,50 metros.

El revestimiento metálico del túnel hubo que hacerlo extremadamente resistente. Al principio de los trabajos, pudo observarse que el escudo y el revestimiento, sumergidos en un barro extremadamente flúido, tenían tendencia a adquirir un movimiento ascensional, a pesar de que el revestimiento tenía un peso de 14.272 kilogramos por metro lineal.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Por la causa dicha, el espesor del revestimiento, que al principio era de 38 milímetros, se elevó a 51, con lo cual el metro lineal de revestimiento alcanzó el peso de 18.012 kilogramos. Todavía se consolidaron los anillos del revestimiento por medio de una gruesa capa de hormigón, lo que elevó el peso por metro a 45.739 kilogramos. Además, en una porción de 46,65 metros, en la que se temían presiones anormales, se extremó la resistencia empleando anillos de acero fundido. También se tomaron precauciones especiales para asegurar la rigidez general del túnel, a causa del escaso apoyo que éste podía hallar en el terreno. Para ello se establecieron largas vigas de hierro que quedaban dentro del revestimiento de hormigón, de 0,61 metros de espesor, de que hemos hablado antes.

El tubo metálico constituído por la serie de los anillos de revestimiento puede hallarse sometido a considerables esfuerzos de flexión en el caso de no apoyarse dicho tubo en terreno suficientemente sólido. Para remediar este inconveniente, en alguno de los túneles de Nueva York se consolidó el apoyo del túnel por medio de unos pies que se establecieron por parejas cada 15 metros y que llegaban hasta el terreno sólido. Dichos pies estaban constituídos por tubos de plancha de acero, que se introducían en el terreno por la acción del agua inyectada a gran presión. El diámetro de los tubos era de 50 milímetros y de 12,5 el espesor de las planchas de que estaban formados. Una vez colocados los tubos, se les rellenaba de hormigón. La profundidad a que llegaban estos pies de consolidación dependía de la del terreno sólido y varió entre 3 y 15 metros.

En los túneles de la "Pennsylvania Railroad Co.", la base de la galería se halla a 25 metros por debajo de las aguas altas del Hudson. Así, el trabajo, con el auxilio del aire comprimido, debía efectuarse en el interior del túnel, a la presión de 2,5 kilogramos por centímetro cuadrado; presión que resultaba difícil de soportar para muchos obreros, a pesar de que se adoptaron todas las precauciones para evitar accidentes. Se analizaba el aire con gran frecuencia; los operarios se sometían a una inspección médica, tanto a la entrada como a la salida del túnel; un reglamento muy detallado y muy severo indicaba todas las medidas que debían tomarse; un hospital, debidamente montado, podía recibir, junto a las bocas del túnel, a los enfermos. A pesar de ello, el *mal del cajón* causó muchas víctimas entre los obreros.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

V

Perfil transversal.—Presiones.

El perfil transversal de un túnel de la naturaleza del que estamos analizando es conveniente que sea circular; pues de este modo la bóveda interior que lo consolida es más apta para resistir a las presiones exteriores, ya sean éstas uniformes en todo el perímetro del perfil, ya se acentúen en una dirección determinada. El diámetro del túnel, para vía única, puede oscilar entre 5 y 6 metros. El perfil del túnel del Canal de la Mancha ya hemos indicado que era una circunferencia de 5,40 metros de diámetro. La figura 6 indica el perfil que se propone en el presente estudio.

En el caso de que las necesidades del tráfico exigiesen la construcción de doble vía, no hay más remedio que construir un doble túnel; pues tratándose de una obra tan expuesta a sufrir presiones extraordinarias, no es conveniente aumentar las dificultades y peligros proyectando un túnel de sección tan grande como es necesario para establecer doble vía. Así se ha proyectado en el túnel del Canal de la Mancha, y el del Simplón se inauguró y funciona con vía única, sin perjuicio de que se hayan realizado los trabajos para la construcción del segundo túnel, paralelo al primero y en comunicación con él por medio de numerosas galerías transversales. La ejecución simultánea de dos túneles paralelos claro es que facilita los servicios de extracción y ventilación de entrambos; pero en empresas de tanto coste y dificultades tan grandes, no siempre puede contarse con la potencia económica necesaria para realizar al mismo tiempo la perforación de las dos galerías.

Sea o no simultánea la ejecución de los dos túneles paralelos, debe cuidarse de no aproximar demasiado sus ejes, en el caso especial de que tratamos, pues la alteración que en el estado de equilibrio de los terrenos atravesados causa la perforación de un túnel se acentúa y multiplica en el caso de ser dos las galerías abiertas. Separando suficientemente los ejes, se puede asimilar el caso al de los dos túneles independientes.

En la Escuela Técnica Superior de Viena se hicieron curiosos ensayos, cuyos resultados permiten formar concepto de las perturbaciones que se manifiestan en el seno de una roca doblemente perforada por efecto de grandes presiones. Los ensayos se efectuaron sobre dados de mármol, perforados por agujeros en forma de túnel, y dieron lugar a las siguientes observaciones:

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Las tensiones horizontales se manifiestan principalmente en la solera y en la clave de las bóvedas de cada uno de los túneles, así como en el eje de simetría del conjunto. Al contrario, las zonas de las paredes exteriores de ambos túneles, así como el pilar central que los separa, sufren efectos de compresión verticales, que alcanzan el valor máximo en dicho pilar central, a causa de la superposición de los efectos elásticos, debidos a la doble perforación. En el caso de dos túneles muy próximos, las primeras rupturas de equilibrio producen grietas en ambos túneles, tanto en la solera como en la bóveda. El segundo fenómeno es el aplastamiento del pilar central, disminución de las tensiones en la clave y en la solera y aumento de la compresión en las zonas laterales exteriores, así como las tensiones cerca del eje de simetría del conjunto. El doble túnel se halla desde este momento en condiciones análogas a un sólo túnel de sección muy ancha, y por efecto de la sobrecarga sobrevienen los conocidos fenómenos de agrietarse la bóveda y destruirse las paredes laterales.

En el caso de hallarse los dos túneles muy separados, después de la aparición de las grietas en la parte alta y en la solera de cada túnel, se producen roturas en las paredes laterales por efecto de las excesivas presiones verticales que deben soportar. La formación de estas últimas grietas tiene por consecuencia las tensiones en la clave y en el fondo, de modo que las primeras grietas que se presentan en estas zonas no tienen tendencia a propagarse.

En términos generales, el mayor peligro de la destrucción se manifiesta en el pilar intermedio. Según el grado mayor o menor de destrucción de este pilar, son los efectos más o menos considerables de destrucción que se observan en las redes exteriores.

Los resultados que acabamos de indicar sólo pueden aplicarse íntegramente al túnel sin revestir. Los efectos destructores aminoran cuando existe un sólido revestimiento. Si éste se ha construído después de excavado por completo el perfil del túnel único o de los dobles túneles, el revestimiento limitará la continuación de las grietas que ya se hubiesen iniciado.

TEORÍA WILLEMANN SOBRE PRESIONES

Prescindiendo ya de comparar el túnel simple con el doble, puesto que la suficiente separación de los ejes reduce siempre el caso al del túnel único, conviene estudiar, en cuanto sea posible, el problema de la presión total que habrían de soportar las bóvedas del túnel construído por debajo del Estrecho de Gibraltar.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Las ideas que hoy se admiten para explicar las presiones en los túneles son las de Willemann. Rechaza éste el concepto de que las rocas pueden considerarse como una materia plástica, y, por lo tanto, que la presión sobre las bóvedas del túnel sea debida a la totalidad del peso del terreno que tiene por encima. Esto daría lugar a presiones enormes, que soportaría muy bien el terreno compacto, porque en éste cada molécula, sufriendo la presión que le transmiten todas las moléculas que le rodean, se halla en estado de equilibrio. Pero la hipótesis es absurda, desde el momento en que se considera que en el seno de las rocas hay huecos y hasta cavernas, de modo que las moléculas situadas en el paramento de esas soluciones de continuidad ya no podrían estar en equilibrio si hubiesen de soportar íntegramente el peso de todas las que se hallen encima de ellas. Los mismos túneles, muchos sin revestir, son una demostración palpable de que esas enormes cargas no gravitan sobre sus bóvedas, que serían incapaces para resistirlas. Al contrario, la experiencia indica que una vez abiertos los túneles, ya no hay peligro de que se hundan, si en el terreno no se producen fenómenos especiales; fenómenos que no dependen por lo regular de la mayor o menor altura del terreno que hay encima de dichos túneles.

Willemann opina que la resistencia de una roca a la compresión no depende sólo de su constitución y composición, sino también de su tamaño, puesto que este tamaño influye en la mayor o menor libertad de las moléculas para escapar lateralmente cuando las rocas sufren presiones extraordinarias. Caso parecido al de ciertas construcciones defectuosas que no caen, a pesar de tales defectos, porque los elementos de que se componen no hallan, por decirlo así, camino para salir de su sitio y caer.

Las rocas se hallan dotadas de cierta elasticidad; de modo que una traslación mínima de las moléculas hace descender a cero la presión que se ejercía sobre ellas. Estos cambios de situación de las moléculas se efectúan con mayor libertad en los paramentos de los huecos y túneles abiertos en la roca, de tal manera, que en tales paramentos la presión resulta nula.

Hay en las rocas una graduación de presiones a causa de que cada partícula transmite a su inmediata una parte, pero sólo una parte, de la carga que recibe.

Willemann admite que, a cierta distancia, por encima y por debajo de las galerías profundas, el terreno forma, naturalmente, una especie de bóveda protectora que soporta y desvía las presiones del terreno de tal modo, que la bóveda del túnel no debe soportar otra carga que la que origina el terreno comprendido entre ella y la citada bóveda natural. El volumen de la zona de terreno que actúa sobre el túnel depende

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

de la naturaleza del terreno, y aumenta considerablemente cuando éste se halla desgregado, porque en este caso, la clave de la bóveda natural a que antes nos hemos referido se eleva mucho sobre la clave de la bóveda real del túnel. Claro es que la teoría de Willemann sólo es aplicable a los túneles excavados a gran profundidad, puesto que cuando esta profundidad es escasa, la clave de la bóveda natural quedaría por encima de la superficie del terreno natural, es decir, que no existiría.

Willemann combate la teoría según la cual la protección se funda en una bóveda natural que se halla constituída por las capas de los terrenos estratificados. Si esto fuese exacto, se comprobaría un aumento de presión en lo que habrían de ser los arranques de esas bóvedas naturales, lo cual no parece ser exacto. La diferencia está, pues, en que Willemann admite una bóveda natural más o menos alejada del túnel, y una zona de terreno—que pudiéramos llamar de carga—comprendida en el interior de la bóveda natural, mientras que la teoría corriente no solía admitir otra bóveda natural que la excavada, concéntrica con la artificial del túnel.

De la teoría de Willemann se deduce la conclusión de que, en términos generales, no hay que exagerar el espesor de las mamposterías de un túnel. Por otra parte, la zona del terreno, alterada por la perforación del túnel, y que se halla comprendida entre éste y la bóveda de protección natural admitida por Willemann, tiende a sentarse y consolidarse de tal manera, que al cabo de algún tiempo ya no se producen los efectos que se determinaron al ejecutarse las obras. Así se ha comprobado en las obras del Simplón, en donde, al cabo de año y medio o dos años, desaparecieron las grandes presiones cuya acción sobre las paredes del túnel se había comprobado al principio.

Las figuras 4 y 5 representan la distribución de las presiones en el terreno antes y después de la perforación de un túnel circular. En la parte derecha de la figura 4 las presiones del terreno natural antes de la perforación están representadas por líneas paralelas que se cortan perpendicularmente, mientras que en la parte izquierda de la misma figura se indica la variación de las líneas de presión bajo el influjo del túnel. En la figura 5 las presiones están representadas por circunferencias concéntricas. La distancia *a b* representa la presión normal en el terreno natural, y la curva *a b* las variaciones de esta presión a medida que se va separando del paramento del túnel. La presión máxima se alcanza en el punto *C*.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

VI

Temperatura. — Ventilación.

TEMPERATURA.—La temperatura que reina en el interior de un túnel que penetra profundamente en el terreno es superior a la del aire en la superficie. A pocos decímetros de profundidad ya no se notan las variaciones diurnas de temperatura. Penetrando algo más, ya no se notan las variaciones mensuales, y al llegar a unos 25 metros de profundidad desaparecen las variaciones anuales: es la capa del terreno llamada de temperatura constante.

A partir de ella crecen las temperaturas con las profundidades alcanzadas, denominándose *grado geotérmico* de un terreno el número de metros en que es preciso aumentar la profundidad para que la temperatura se eleve un grado. El grado geotérmico depende de la conductibilidad de las rocas, de la acción del aire sobre los elementos de que se componen, de la intensidad de las filtraciones y de las reacciones a que acaso den lugar. En general, se admite como promedio que la temperatura aumenta 1 grado por cada 31 metros de profudidad; pero hay en ello alteraciones grandes, como, por ejemplo, las minas de Sajonia, en que el grado geotérmico es de 42 y 55 metros; las minas Geraes, del Brasil, en las que es de 86 metros. En las minas metálicas suele descender el grado geotérmico hasta 23 metros; pero en las minas de cobre de la América del Norte es, en cambio, de 122,73. Esto se atribuyó a la influencia refrigerante de los grandes lagos de dicha región; pero es difícil explicar del mismo modo el hecho de las minas de oro del Transvaal, en las que la elevación de 1° exige 114,20 metros.

En la temperatura del túnel que se perforase a través del Estrecho de Gibraltar habría de influir, para reducirla, la acción refrigerante de las aguas del Mediterráneo. Las aguas profundas del mar son más frías que las de la superficie. En el Atlántico, cuando en la superficie reina una temperatura de 26°, el termómetro marca 16° a la profundidad de 500 metros. A 5.000 metros la temperatura del agua se aproxima a 0°. En los mares polares la temperatura de las aguas profundas (1.000 m.) es de 4°. En el Mediterráneo, la temperatura suele ser constantemente de unos 13° a partir de 200 metros de profundidad. En general, las aguas del Mediterráneo son algo más cálidas que las del Atlántico.

Todas estas observaciones indican que el túnel de que tratamos no habría de sufrir temperaturas más altas, sino probablemente más bajas que las que han tenido que soportarse durante la perforación de los grandes túneles de los Alpes.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

En el túnel del Loetschberg se pudo comprobar que la temperatura máxima correspondió a la galería Sur, alcanzando la cifra de 34° en el punto que distaba 5.800 metros de la boca. Este punto no corresponde, en el perfil longitudinal, al punto en que el grado geotérmico, deducido del espesor de los terrenos, debiera haber sido un máximo. La mayor altura de la montaña perforada, que es de unos 1.500 metros, se encuentra sobre el punto del perfil longitudinal que se halla a 6.300 metros de la boca Sur, y las observaciones demostraron que en este punto, que debiera haber correspondido al de temperatura máxima, ésta no llegó a 34°. La diferencia, por otra parte no muy grande, pudo ser debida a la diversa constitución de las rocas que integran la cadena perforada.

El trabajo en un paraje de temperatura tan elevada no podría haberse efectuado en buenas condiciones. Para disminuir el calor reinante en la galería se adoptaron precauciones especiales, principalmente la de refrigerar el aire por medio de pulverizadores, que se obtenían emulsionando agua fría por medio de aire comprimido a 7 kilogramos. La mezcla se arrojaba sobre las rocas caldeadas, y al escapar del agua el aire comprimido, la expansión producía el apetecido descenso de la temperatura.

Temperatura probable.—Para la determinación de la temperatura que probablemente reinará en el interior del túnel durante su construcción hemos empleado la fórmula empírica de M. Lauchli

$$T = t + \frac{D}{G}$$

Esta fórmula calcula la temperatura T de una roca situada a cierta profundidad en función de la temperatura exterior t—que en nuestro caso será la del agua en el fondo del mar—de la profundidad D a que se encuentra la roca y del grado geotérmico G.

Suponiendo que la temperatura en el fondo del Estrecho, y a partir de 200 metros de profundidad es 15° C. y que el grado geotérmico es 31, hemos calculado la curva de temperaturas probables, que representa la figura 7.

La influencia de la corriente constante que tiene lugar en el Estrecho de Gibraltar alteraría probablemente los valores obtenidos; pero esta alteración nos favorece porque rebaja las temperaturas que hemos calculado por medio de la fórmula.

Ventilación.—Los grandes túneles requieren un sistema mecánico de ventilación, pues el tiro natural no basta para renovar el aire

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

viciado del interior del mismo. Claro es que, empleándose ya en los más modernos la tracción eléctrica, no se produce en el interior de la galería la acumulación de humos que se nota en aquellos en que subsiste la tracción por vapor. De todos modos, en túneles de longitud grande debe establecerse la ventilación artificial, tanto en el período de construcción como en el de explotación.

En los túneles del Simplón y del Loetschberg existe en cada boca una especie de cortina, por medio de la cual se puede cerrar completamente el túnel. Igualmente, en cada boca hay una estación de ventiladores, con los cuales se puede a voluntad inyectar aire puro en el interior del túnel o aspirar el viciado que existe en el mismo.

Estos mismos ventiladores fueron instalados en el túnel del Loetschberg durante el período de construcción, sólo que, en vez de quedar cerrada la boca del túnel, se dejaba abierta para la salida del aire viciado, mientras que el puro se inyectaba por medio de los ventiladores en una especie de corredor o de galería auxiliar, de 7 metros cuadrados de sección, que con tabiques de ladrillo y una armazón de hierro se construía en el interior del túnel, adosado a una de las paredes del mismo. Este corredor se construía a medida que avanzaban los trabajos de perforación y revestimiento del túnel.

A fin de que se ventilasen igualmente las galerías de avance, adonde no llegaba el corredor de que hemos hablado, una parte del aire puro que llegaba por ésta era aspirada por un puesto movible de ventilación, gobernado eléctricamente, el cual se hallaba montado sobre una vagoneta especial. El aire se inyectaba en un tubo de 600 milímetros de diámetro, con lo cual se podía ventilar la parte más avanzada de los trabajos. Este puesto de ventilación avanzaba a medida que, terminadas las mamposterías de revestimiento del túnel, podía adelantar igualmente el corredor por donde venía el aire fresco, inyectado por los ventiladores de la estación de la boca.

Favorecía además la ventilación del túnel, durante un período de los trabajos, el empleo del aire comprimido para el movimiento de las vagonetas empleadas en la extracción de escombros. El aire del escape de las locomotoras contribuía a purificar la atmósfera de la galería, como igualmente ayudaba a producir el mismo efecto el aire destinado a actuar sobre los perforadores neumáticos.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

VII

Perforación.

La organización y desarrollo de los trabajos de perforación de un túnel depende, naturalmente, de la clase de terreno que se haya de atravesar. Aquí sólo podemos incluir algunos datos generales relativos a la perforación de los grandes túneles y hacer notar dos observaciones importantes. La primera es que la historia de los grandes túneles demuestra que cada día se han ido perfeccionando los medios de perforación adoptados y que, por lo tanto, las obras se han podido llevar a cabo con mayor economía y rapidez. La segunda observación, no menos interesante para nuestro objeto, es que, cuando en el curso de la perforación de un túnel se han presentado graves dificultades, a primera vista insuperables, el espíritu de los Ingenieros, estimulado por la resistencia del obstáculo, se ha avivado, llegando a crear medios y procedimientos adecuados para salvarlo. De ahí que el Arte y la Ciencia se hallan enriquecido con métodos y sistemas de perforación que permiten atravesar terrenos en los cuales, hace pocos años, hubiera sido imposible realizar trabajos de esta naturaleza.

Claro es que esto no prejuzga de un modo definitivo el género de las dificultades que podrían presentarse en la perforación del túnel a que se refiere la presente Memoria. El estudio detenido de la geología del terreno podrá arrojar mucha luz sobre estos puntos, ya que no aclararlo por completo; pero hace concebir la esperanza de que ninguna valla insuperable se ofrecerá a la perforación, en cuanto sea humanamente posible prever.

El túnel de Loetschberg, el más importante de los recientemente abiertos, puede servir de tipo para indicar el estado actual del problema de que tratamos.

La perforación del túnel de Loetschberg se efectuó por medio de perforadoras mecánicas, salvo en el período inicial de los trabajos, en que los barrenos se perforaban a mano. La perforación mecánica se realizaba por medio del aire comprimido. Las perforadoras trabajaban por percusión; sus cilindros tenían un diámetro de 90 milímetros, y en ellos actuaba el aire a la presión de 7 kilogramos por centímetro cuadrado. En la galería de avance, las perforadoras estaban agrupadas sobre un armazón formado principalmente por dos traveseros horizontales, perfectamente sujetos a las paredes de la galería. Las perforadoras quedaban sujetas a dichos traveseros horizontales por medio de unos collares que permitían que las máquinas trabajasen con cualquier inclinación.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

De este modo, cinco perforadoras podían trabajar simultáneamente en la galería de avance.

Las perforadoras abrían los barrenos por medio de barrenas de acero, terminadas por dos filos en cruz. El diámetro de cada barreno era de unos 50 milímetros y su profundidad de 1,45 metros. El número de barrenos que se disparaban a la vez era de 12 a 15; pero en algunos casos en que la roca era muy dura se llegaron a emplear 19 barrenos.

En la galería de avance se empleó exclusivamente para la carga de los barrenos de dinamita-goma, con 93 por 100 de nitroglicerina.

VELOCIDAD DE PERFORACIÓN

La perfección de los medios mecánicos de perforación ha permitido alcanzar en los trabajos una velocidad notable, como lo prueban los datos que adjuntamos, relativos a los grandes túneles de los Alpes.

Como puede observarse, en el último túnel abierto, o sea en el de Loetschberg, es donde se ha alcanzado la velocidad de perforación mayor. Téngase además en cuenta que la cifra de 9,02 metros que anotamos como promedio de avance diario se ha calculado sin deducir los días de fiesta ni aquéllos en que no se ha podido trabajar por otras causas. En realidad, los días perdidos fueron: cuarenta y ocho perdidos en ambas galerías de avance por fiesta o trabajos geodésicos en el interior del túnel; treinta y un días perdidos en la galería del Sur por un accidente que costó la vida a once personas; doscientos siete días perdidos en la galería Norte por la catástrofe de Kandersteg, que obligó a modificar parcialmente el trabajo. Así, el total de días de trabajo quedó reducido a 1.444, con lo cual el promedio de avance diario corresponde a 11,03 metros. Finalmente, si se deducen los ciento cuarenta días de perforación a brazo, durante los cuales se perforaron entre ambos avances 353 metros, el promedio de avance con perforación mecánica y día útil se eleva a 11,95 metros, que es un resultado bien satisfactorio.

TÚNELES	Longitud. — Metros.	Año de la terminación.	Duración de trabajos.	Promedio de avance diario. — Metros.
Frejus (Mont Cenis). . ..	12.233,55	1870	13 años 1 mes.	2,60
San Gotardo.....	12.984,19	1880	3 » 5 meses.	5,61
Arlberg....	10.249,88	1883	3 » 4 »	8,55
Simplón.....	19.731,80	1905	6 » 6 »	8,48
Tauern..... .	8.356,50	1907	6 » 1 »	3,90
Loetschberg.	14.605,44	1911	4 » 5 »	9,02

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

TRACCIÓN — EXTRACCIÓN

En la perforación del túnel de Loetschberg, fué una de las particularidades más interesantes el empleo del aire comprimido destinado a dar impulso a los trenes que circulaban por el interior del túnel para la extracción de escombros, y los demás servicios que exigía la marcha de los trabajos. El número de locomotoras empleadas fueron 10, y eran de dos, tres y cuatro ejes-motores. Las locomotoras de tres y cuatro ejes se utilizaban para el arrastre de los trenes que circulaban entre cada boca del túnel y el punto en donde terminaba la parte ya revestida del túnel. Las locomotoras de dos ejes se empleaban en los trenes que prestaban servicio entre este último punto y el principio de la galería de avance.

El aire comprimido, necesario para el movimiento de las locomotoras, se obtenía de compresores eléctricos instalados en las bocas, los cuales producían en el aire una presión de 120 kilogramos por centímetro cuadrado. A esta presión penetraba en unos depósitos que llevaba cada locomotora, y desde dichos depósitos pasaba a los cilindros, con una expansión que reducía la presión a 20 kilogramos por centímetro cuadrado.

VIII

Paso a través de terrenos difíciles.

Es imposible incluir todos los procedimientos adoptados en casos particulares para atravesar terrenos de escasa consistencia. A continuación se indican solamente los más importantes.

ESCUDO METÁLICO

Para los trabajos de avance de un túnel en terreno deleznable se emplea, generalmente, un escudo metálico, que se hace adelantar por el esfuerzo de una serie de gatos hidráulicos, que se apoyan en el revestimiento metálico ya establecido.

El sistema se halla representado esquemáticamente en las figuras 8, 9 y 10. En ella, *R R* indican las secciones que forman el revestimiento metálico; *G G*, los gatos hidráulicos colocados en número grande en todo el contorno del revestimiento; *E E S S*, el escudo propiamente dicho—detallado en las figuras 8, 9 y 10—, formado por un tubo de diámetro algo mayor que el del revestimiento, abierto por sus extremos, te-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

niendo una pared, *M N*, que obtura la parte ya construída del túnel. En dicha pared *M N* hay una o varias puertas, semejantes a la *P*, por donde se extraen los productos de la excavación. Las plataformas de trabajo, *T T*, avanzan por medio de pequeños gatos hidráulicos.

El escudo funciona del siguiente modo: Por la acción de los gatos hidráulicos se hace avanzar, mientras que por la puerta *P* se extraen las tierras necesarias para el avance. Cuando el escudo ha adelantado lo suficiente, se coloca una nueva sección del revestimiento metálico del túnel; lo cual puede hacerse al amparo de la parte del escudo que queda detrás de la pared vertical, y valiéndose, para que quede bien centrado, del compás o péndulo *C*.

CONSOLIDACIÓN DE LOS TERRENOS POR INYECCIÓN DE LECHADA DE CEMENTO

Cuando hay que atravesar por medio de un pozo o de una galería un terreno deleznable, puede consolidarse éste con la inyección de cemento que al fraguar obtura las grietas o intersticios existentes entre las diversas partes de la roca. Este procedimiento, del cual se han hecho ya varias aplicaciones, fué propuesto por el Dr. Tietjens, de Stanfurt, en el año 1885, habiéndose aplicado por primera vez en el año 1900 para abrir el pozo Pohlhaver, en el reino de Sajonia.

El procedimiento a que nos referimos se funda en el hecho de que la lechada de cemento inyectada en la roca pierde su vealocidad a medida que se desparrama en el terreno, alejándose del punto por donde se ha introducido en el mismo para ocupar todos los intersticios de la roca. Al cabo de corto tiempo la lechada fragua y se consolida, llenando así todas las grietas, cavidades, juntas u otras soluciones de continuidad que hasta entonces daban paso a las aguas subterráneas, quedando así el terreno completamente estanco, lo cual permite efectuar los trabajos de perforación con relativa facilidad.

Esta no es, sin embargo, tan grande que pueda prescindirse del revestimiento de los pozos de las galerías.

El sistema de consolidación por el cemento se aplica perfectamente a los terrenos cuyos elementos fraccionados no han dejado de ser sólidos. También es posible emplear el mismo método en los terrenos compuestos de grava cuando ésta se halla exenta de arcilla. En cambio, no puede aplicarse con éxito en las capas de arenas acuíferas y pizarras arcillosas, pues la lechada de cemento no penetra con regularidad en tales terrenos ni aun en el caso de que la mezcla se inyecte en estado muy flúido y con una presión muy elevada. Cualquiera que sea la calidad de un terreno, la presencia de la arena o de la arcilla perjudican

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

mucho el resultado de la operación, pues el cemento fragua mal y no puede obtenerse la completa solidificación del terreno.

Tampoco es nada favorable la existencia de barro; de modo que conviene desembarazarse de él, sin olvidar el que se puede producir al perforar los barrenos por donde se ha de verificar la inyección. Para evitar la presencia del barro a veces se acude al paliativo de inyectar antes que el cemento grandes cantidades de agua clara. El cemento que se emplea es el portland, de fraguado muy lento y de molido muy fino. La proporción de la mezcla varía entre 5 y 30 por 100 de cemento por 100 volúmenes de agua empleada. Claro es que cuanto más finas sean las grietas o cavidades del terreno, más flúida debe ser la lechada que se inyecte. La presión de la inyección debe variar también con la naturaleza del terreno. En las capas superficiales la inyección puede hacerse por la simple presión debida a la gravedad; pero en las capas profundas esta presión no basta, y hay que acudir al empleo de bombas de compresión que puedan trabajar entre 20 y 80 atmósferas.

La operación no termina sino cuando el terreno ya no admite más lechada de cemento.

Según la naturaleza del terreno es mayor o menor la zona consolidada por la inyección del cemento. En algún caso se ha podido comprobar la presencia del cemento hasta unos 50 metros del pozo abierto, utilizando el sistema de consolidación del terreno a que nos acabamos de referir.

CONGELACIÓN DEL TERRENO

Entre los más interesantes procedimientos que se emplean para atravesar por medio de pozos y galerías los terrenos difíciles figura el de congelación. Ya, desde 1840, se conocía este método porque en Siberia se utilizó en aquella época el frío natural para perforar terrenos desmoronadizos a causa de contener gran cantidad de arenas acuíferas. El frío natural es de acción lenta, por cuyo motivo el avance de los trabajos, que no pueden acelerarse más que por la acción del frío, debe ser igualmente poco rápido; en el caso a que nos referimos no fué más que de un metro en tres semanas.

La primera aplicación del frío artificial tuvo lugar en el País de Gales. El procedimiento, muy simple e imperfecto en este primer ensayo, ha progresado sucesivamente, y, con el nombre de sistema Poetsch, se emplea hoy en los casos en que su utilidad lo aconseja. El sistema Poetsch consiste en perforar en las paredes del pozo o galería, a medida que avanza el trabajo, una serie de barrenos espaciados de 0,90 metros a un metro y que atraviesan el mal terreno, en el espesor que es nece-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

sario. Cada barreno está ocupado por un tubo cerrado por el extremo, que es el tubo congelador. En el interior de este tubo se coloca otro, abierto por su extremo y que llega hasta cerca del fondo del primero. Este segundo tubo es el de entrada del líquido congelador. Un líquido refrigerante penetra, a muy baja temperatura, por el tubo de entrada, llega al fondo de éste y regresa por el espacio anular que queda entre los tubos de entrada y congelador. El terreno que rodea a estos tubos se enfría sucesivamente hasta quedar helada el agua que contiene. Se forman así, alrededor de los tubos congeladores, cilindros de hielo, cuyo diámetro va aumentando a medida que continúa la acción del frío. Llega un momento en que, por el aumento sucesivo del diámetro de estos cilindros de hielo, el terreno necesario para el avance del pozo o galería queda congelado y consolidado, que es lo que precisamente se desea. Una vez conseguida la solidificación del terreno, pueden efectuarse los trabajos de perforación que se hallan protegidos contra el flujo de las aguas por medio de una muralla cuyo espesor suele variar entre 2 y 4 metros.

Para la producción del frío artificial suele preferirse para el uso de que ahora tratamos el empleo del amoníaco, por requerir presiones menos elevadas que el anhidrido carbónico, y tener además la ventaja de que su escape queda pronto delatado por el olor que despide. El amoníaco se volatiliza a 17°, a la presión de una atmósfera; a 8°, a la presión de dos atmósferas; a +16°, a la de siete atmósferas. Volatizándose entre 15° y 20°, produce 290 frigorías por kilogramo. El líquido refrigerante que circula por los tubos congeladores suele ser una solución de cloruro de magnesio al 26 por 100. Este líquido se solidifica a 33°. En los trabajos de congelación no se alcanza temperatura tan baja, sino otra algo más elevada que suele ser de 22° a la entrada del tubo y 17° a la salida del mismo tubo congelador. Por lo regular, estas temperaturas son más que suficientes para conseguir el objeto de que se trata; de modo que, en general, la máquina frigorífica se hace trabajar de manera que los tubos congeladores marquen 18° a la entrada y 15° a la salida. Con ello la muralla de hielo que se forma suele tener espesor suficiente para consolidar el terreno.

El cloruro de calcio, cuya solución se ha empleado algunas veces con el mismo objeto, no suele dar buenos resultados a causa de las obstrucciones y depósitos que se producen en los tubos congeladores.

También se ha empleado algunas veces el alcohol, que permite obtener temperaturas todavía más bajas, puesto que sólo se solidifica a 112°. Así se ha llegado a obtener temperaturas de entrada en los tubos congeladores de 45° empleando el anhidrido carbónico como productor del frío.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

En todos los casos el líquido congelador se hace circular por medio de una bomba, y los tubos congeladores se derivan de la canalización principal en paralelo, de tal manera que la temperatura resulte ser casi igual en todos ellos.

Se han realizado diversos experimentos para determinar la resistencia del terreno congelado a la compresión; resistencia que ha podido observarse que varía con la naturaleza del terreno y que aumenta cuando la temperatura desciende. La arena silícea pura, embebida en agua y luego congelada, es la que da una resistencia más elevada. A la temperatura de 0° dicha resistencia es de 20 kilogramos por centímetro cuadrado. Cuando la temperatura es de 10°, la resistencia crece hasta ser de 120 kilogramos por centímetro cuadrado, llegando a ser de 200 kilogramos por centímetro cuadrado cuando la temperatura baja 25°. La arcilla pura congelada posee una resistencia casi la mitad que la arena silícea. La arena arcillosa y la arcilla arenosa tiene una resistencia intermedia. En general, suele admitirse que los terrenos de arcilla y arena pueden adquirir una consistencia igual a los $^2/_3$ de la indicada para la arena pura. El hielo puro posee una resistencia mucho menor, que, naturalmente, varía con la temperatura, rompiéndose por lo regular a la presión de 20 kilogramos por centímetro cuadrado.

Con estos datos de resistencia se puede calcular la presión que puede soportar un pozo o galería cuyas paredes están consolidadas por medio de acción refrigerante. La presión del terreno depende, como es consiguiente, de su naturaleza; pero puede admitirse que tratándose de arenas acuíferas la presión resultante es 1,8, la de una columna de agua de máxima altura. Teóricamente, se ha llegado a la conclusión de que la profundidad límite a que se puede llegar en terrenos acuíferos compuestos de arcilla y arena es de 444 metros, sin tener en cuenta ningún coeficiente de seguridad. Sin embargo, cuando en el terreno de la práctica se quieren comprobar estos resultados teóricos, se lucha con dificultades considerables, debidas, por una parte, a la imposibilidad de precisar la presión real ejercida por el terreno, y por otra, a que la muralla de hielo, por su elasticidad, se halla en condiciones muy apropiadas para resistir presiones más elevadas que las que indica el cálculo. Así se explica que haya pozos que han llegado muy cerca del límite teórico de profundidad admisible resistiendo perfectamente la muralla del hielo esta presión extraordinaria. Sin duda, aunque haya habido tendencia a producirse grietas en el hielo, estas grietas se han rellenado inmediatamente con el agua del contorno, quedando ésta congelada y, por lo tanto, las grietas tapadas merced a la baja temperatura reinante.

El pozo más profundo abierto por medio de la congelación del terreno es hasta ahora el de Lohberg, cerca de Hiesfeld, de la Gewerhs-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

chaff Deutscher Kaiser, el cual, sin interrupción, se abrió hasta la profundidad de 413 metros.

PROCEDIMIENTO HONIGMANN

Para atravesar por medio de un pozo o una galería subterránea los terrenos desmoronadizos se han propuesto y empleado diversos procedimientos, aplicándose unos u otros, según las circunstancias especiales de cada caso particular.

Con mucha frecuencia los terrenos tienden a desmoronarse, porque un exceso de agua hace perder a sus partículas integrantes la cohesión que poseerían si estuviesen secas. En tales casos se ha empleado con éxito el procedimiento Honigmann, realmente ingenioso.

El terreno se desmorona cuando tiene exceso de agua, porque, al extraer ésta, el líquido arrastra las partículas deleznables. El procedimiento Honigmann se funda en el empleo del agua a presión más elevada que la que naturalmente tiene la que baña el terreno. De este modo, al trabajar en el pozo o galería, la acción del líquido tiende a que las partículas sólidas se apliquen contra el terreno en vez de ser solicitadas a desprenderse de él.

Se aumenta la presión del agua alimentando el pozo por medio de agua procedente de un manantial exterior, con lo cual el líquido se mantiene siempre a un nivel más elevado que el que naturalmente tenía. Pero es más práctico y da mejores resultados para conseguir el aumento de presión aumentar la del agua inyectada, acrecentando su densidad con la adición de substancias que en ella se disuelvan, como arcilla, sulfato de barita u otras. El autor de este procedimiento ha perforado en Heerlen (Holanda) un pozo de 2,80 metros de diámetro, atravesando una capa de 68 metros de arenas acuíferas. En el Rhin inferior se ha practicado con éxito la perforación de otro pozo en condiciones semejantes.

IX

Agotamiento.

No se puede evitar en una obra como la que es objeto de la presente Memoria el perjuicio enorme causado por las filtraciones. En las páginas anteriores se han indicado los diversos medios de que hoy dispone la ciencia del Ingeniero para atravesar los terrenos difíciles que se presentan en la perforación de un túnel; pero esto no basta, y hay que

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

prever, como uno de los asuntos más importantes, los medios de extraer el agua que se acumula en las galerías.

A primera vista parece este problema de solución imposible, si se admite que el mar puede llegar a estar en comunicación directa con la galería abierta. Nada hay que autorice a suponerlo así. Al contrario: las fuertes presiones soportadas por el lecho del mar hacen suponer que las capas subyacentes se hallarán fuertemente comprimidas y, por lo tanto, que darán muy difícilmente paso a las filtraciones.

Hay que admitir, sin embargo, la posibilidad de que cierta cantidad de agua invada la galería y, por lo tanto, preparar los medios suficientes para darle rápida salida. Para ello conviene disponer una galería secundaria, de sección mucho más pequeña que la principal, con pendiente hacia los extremos del túnel y en comunicación directa con éste por muchos puntos a lo largo de la obra. De este modo, el agua que pueda aparecer en la zona de los trabajos o después de perforado el túnel marcharía hacia los pozos de la costa, en los cuales se establecerán poderosas bombas que asegurarían su rápida extracción. No podemos aquí entrar en detalles respecto a la organización de las estaciones elevatorias correspondientes. Bastará indicar que los motores que actúen sobre las bombas han de ser eléctricos, procediendo la energía eléctrica necesaria de dos orígenes diferentes por cada boca del túnel, a fin de evitar que una avería en la central productora de la energía o en la línea de transmisión pudiera dejar inútiles las estaciones elevatorias. Los electromotores habrían de ser de tipos herméticamente cerrados, para evitar las inutilizaciones en el caso de que la estación elevatoria quedara accidentalmente anegada.

Respecto a la potencia de los grupos de agotamiento, habría de ser considerable. La elevación de un litro de agua por segundo desde el fondo del pozo hasta el nivel del suelo exigiría, aproximadamente, una potencia de 10 caballos. La potencia total habría de elevarse, por lo tanto, a algunos millares de caballos en cada una de las dos bocas del túnel con el fin de asegurar este importantísimo servicio.

X

Estudio económico.—Conclusión.

Sólo cuando se hayan realizando los trabajos necesarios para formalizar el proyecto completo de la obra de que se trata podrá estimarse, aunque sea de un modo aproximado, su coste. Particularmente, tratándose de un túnel, la confección de su presupuesto ha de basarse en datos poco seguros; pues si en toda obra humana lo imprevisto desempeña

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

un papel importantísimo, todavía más hay que contar con estos efectos de lo imprevisto cuando el dato más importante, que es la naturaleza del terreno *en todos los puntos del subterráneo*, se desconoce en absoluto. Las investigaciones geológicas pueden constituir una interesantísima base para las previsiones; pero no se les puede exigir que den la solución de todas las incógnitas que el problema presenta.

Lo único que podemos hacer en el caso presente es proceder por comparación. Los grandes túneles perforados a través de los Alpes han costado, por metro, lo que indica la siguiente tabla:

Mont Cenis	6.130	francos	por	metro lineal.
San Gotardo	4.470	—	—	—
Arlberg	4.050	—	—	—
Simplón	3.900	—	—	—

Es decir, que se puede observar una disminución del precio por metro lineal a medida que el progreso de los medios de perforación dé más facilidades para la realización de las obras. Así, el túnel del Simplón, a pesar de ser mucho más largo que el túnel del Mont Cenis (19.731 metros el primero por 12.233 el segundo), ha costado, por metro, poco más de la mitad de lo que costó la perforación del primer túnel que cruzó los Alpes.

El túnel del Canal de la Mancha, cuya longitud es de 1,60 kilómetros, se ha presupuestado en 250 millones de francos; es decir, a razón de 4.000 francos por metro; lo cual difiere poco del resultado que arrojan los túneles antes citados.

¿Qué costará, pues, el túnel bajo el Estrecho de Gibraltar? Adoptando el tipo de 3.900 pesetas por metro, según los resultados obtenidos en la perforación del Simplón, el presupuesto se elevaría a 145 millones de pesetas. Aceptando por prudencia un precio unitario de 4.000 pesetas por metro, con el objeto de tener en cuenta posibles contratiempos, y teniendo en cuenta las vías de acceso, el presupuesto de gastos llegaría a 160 millones de pesetas. (Datos anteriores al alza actual de materiales y mano de obra.)

Esta cantidad es importante; pero no es de aquéllas que asustan por su magnitud extraordinaria. Sin embargo, sería inútil negar que aun suponiendo un tráfico muy intenso a través del túnel y admitiendo una tarifa bastante elevada para los viajeros y mercancías que lo utilizasen, el rendimiento de la línea no sería bastante para sufragar los gastos de explotación, unidos a los del servicio de intereses y amortización del capital. Se trata, por lo tanto, de una empresa que requeri-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

ría la protección nacional y además la de los capitales franceses e ingleses, más directamente afectados por el proyecto de que se trata.

* * *

Tales son las líneas generales del problema que en las páginas anteriores se plantea y que el estudio detenido del mismo habría de aclarar en lo que fuese necesario. Precisamente, el objeto del presente trabajo es, como ya se ha indicado al principio, conseguir la autorización precisa para llevar a cabo el referido estudio con todos los elementos de juicio necesarios para formular el proyecto definitivo o para abandonarlo si un examen completo del asunto hiciese aparecer dificultades de carácter insuperable."

A propuesta del Sr. MENDEZ VIGO se acuerda tomar en consideración el asunto y pedir al Gobierno se preocupe del estudio que propone el Sr. Rubió, por ser de verdadera importancia.

A continuación el Sr. VICEPRESIDENTE da lectura al siguiente trabajo, presentado por el Sr. Velasco:

"ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE COMUNICACIONES INTERURBANAS, FERROCARRILES SECUNDARIOS Y AUMENTO DE CAPACIDAD DE TRAFICO DE LAS PRINCIPALES LINEAS FERREAS

Por D. Alfredo Velasco, *Teniente Coronel de Ingenieros del Ejército.*

Al tener el honor de presentar al ilustre Congreso Nacional de Ingeniería este modestísimo trabajo, suplico en primer término benevolencia, entre otras razones, porque en él no se trata de estudio matemático alguno, ni de inventos provechosos para la Ciencia. El único objeto que persigo es aportar algunas ideas deducidas de la experiencia, relativas a comunicaciones interurbanas en España, así como indicar los medios que, a mi juicio, pueden emplearse para construir la red de ferrocarriles secundarios y aumentar la capacidad de tráfico de las actuales líneas principales, que pudiéramos llamar arterias del sistema ferroviario, cuyo problema está íntimamente ligado al anterior. Además, trataré de demostrar que, al mismo tiempo que se aumenta dicha capacidad, se reducen extraordinariamente los gastos de tracción.

Si tengo la fortuna de que alguna de estas ideas sea tomada en consideración por este ilustre Congreso, me consideraré sobradamente recompensado por ese solo hecho, toda vez que el fin que per-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

sigo es puramente patriótico, tratando de llevar a su ánimo que el problema nacional más urgente es el de las comunicaciones férreas, base de nuestra prosperidad industrial y de la defensa patria, demostrando al propio tiempo al capitalista que puede y debe tener beneficios seguros en los negocios de tracción que se creen en el porvenir, así como en todos aquellos relacionados con los mismos.

Comuñicaciones interurbanas.

Denominamos así a las líneas férreas de corta longitud que sirvan para unir pueblos a su capital de provincia, o poblaciones de importancia entre sí, que se hallen relacionadas por cualquier concepto.

Estas líneas, que no forman parte del plan de ferrocarriles secundarios, carecen de subvención por el Estado; pero esto no obstante, da medios legales para que la inmensa mayoría de las que aun se pueden construir en España resulten industrialmente muy beneficiosas para el capital que en ellas se invierta.

Su influencia en el progreso de la comarca a que afecten será extraordinaria, pues preconizando como indispensable la tracción eléctrica, el transporte será económico e intensa la frecuencia del tráfico, y esa intensidad y economía multiplicará la vida de relación, a la que es proporcional el desarrollo industrial y comercial de un país.

Como ejemplo de lo expuesto, citaré el caso de los Tranvías Eléctricos de Granada.

En dicha población empezó por construírse la red urbana en el año 1904, habiendo tenido hasta 1912 resultados tan medianos, que se llegó a no repartir dividendo alguno al capital. En 1912 se comenzó la construcción de la red interurbana, empezando por una línea de 10 kilómetros, que se sabía era la menos importante por llegar a un pueblo de 4.000 habitantes, pasando por otros dos que suman 5.000. Se construyó dicha línea, y los resultados obtenidos no pudieron ser más halagüeños, pues el número de viajeros que por término medio se mueven por aquélla oscila entre 700 y 800 diariamente.

Esto hizo que ya de una manera franca se acometiese la construcción de la red interurbana de la Vega de Granada, teniendo hoy 46 kilómetros de vía en explotación y 12 en construcción.

Consecuencia de esto ha sido que ya en el pasado año se ha repartido un dividendo de 7 por 100 al capital, mejorando notablemente a todo el personal, sin que las tarifas excedan de 0,05 pesetas por viajero-kilómetro.

Gracias al influjo de dichas líneas, el cambio que se opera en Granada es perfectamente apreciable de un año a otro, pues habiéndose

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

convertido a los pueblos de la Vega en barrios de la capital, se relacionan a todas horas, y de ahí que el comercio haya aumentado extraordinariamente, la industria progrese, los negocios se multipliquen y en todas sus manifestaciones puede observarse que es una región que vive de su esfuerzo y que progresa con rapidez.

Aun cuando no merezca la pena de describir dicha instalación de tranvías, por no tener nada de extraordinario, sí he de dar idea de la forma en que se han solicitado las concesiones, así como de aquellos elementos que han sido adoptados como prácticos y que tanta influencia han ejercido en los resultados conseguidos.

Las concesiones solicitadas con fecha posterior a 1912 lo han sido como ferrocarriles secundarios sin garantía de interés por el Estado, habiéndose otorgado aquéllas por noventa y nueve años, con arreglo a la ley de 23 de febrero de 1912, la que concede derecho a la expropiación forzosa, ocupación de terrenos y obras del dominio público, Estado, Provincia y Municipio, libertad de tarifas durante todo el tiempo de la concesión y exención de impuestos sobre el transporte de viajeros y mercancías durante los diez primeros años de aquélla.

Se han construído explanaciones propias, siguiendo paralelamente las carreteras y caminos provinciales y municipales. Estos trazados han sido impuestos por la necesidad, para no dividir fincas de gran valor, pasar por los caseríos construídos a lo largo de aquéllas y utilizar las obras de arte de las mismas.

Aunque a primera vista parece poco lógico no sentar la vía sobre las explanaciones de carreteras construídas, en el fondo resulta, y experimentalmente hemos visto, que no conviene aquella solución. En efecto: construyendo explanación propia, hay que tener en cuenta la expropiación de la faja de terrenos a ocupar, la construcción de dicha explanación, así como de las pequeñas obras, pues las de alguna importancia no se construyen, utilizando la correspondiente de la carretera inmediata. El costo de la explanación y obras, tratándose de un ensanche de carretera, no debe pasar de 5 a 7 pesetas el metro; y admitiendo otras 2 a 3 pesetas para el metro lineal de traza expropiada, se puede estimar todo ello en unas 10.000 pesetas el kilómetro. En la explanación construída puede y debe colocarse carril "vignole", que para ejes de unos 6.000 Kg. es bastante pese de 22 a 24 Kg. por metro lineal. En cambio, si la vía se sienta sobre carretera, la ley exige el empleo de carril de ranura, cuyo peso no será menor de 40 Kg.; habrá, pues, un exceso de unos 35 Kg. de acero por metro lineal de vía, con relación al carril "vignole", lo que representa, cuando este material valga a 0,30 pesetas el kilo, un aumento de 10.500 pesetas por kilómetro; cifra que es, próximamente, el coste

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

de la expropiación, explanación y obras. Se supone que el precio de las traviesas y tirafondos equivale al de los largueros de hormigón y tirantes de vía.

Con este sistema de explanación propia se consiguen varias ventajas, como son: se evita el gasto de unas 1.000 pesetas anuales por kilómetro, por limpieza de vías, lo que representa unas 20.000 pesetas de capital; aumento de velocidad en los trenes por estar siempre la vía expedita, lo que se traduce en aumento de frecuencia con las mismas unidades; regularidad del servicio; disminución de accidentes y reducción de la anualidad de amortización de la vía, por ser, al menos, triple la duración del carril "vignole" con relación al ranurado.

En todos aquellos casos en que es posible, la línea pasa por el interior de las poblaciones y, en la mayor parte, por la plaza principal. Esto significa una gran comodidad para el público, y supone un aumento en los ingresos.

Las conexiones que aseguran la conductibilidad de los carriles como línea de retorno de la corriente, deben ser de hierro, formando cables de varios torones con hilos telegráficos de 5 a 6 mm. de diámetro, colocando dos en cada junta (interior y exteriormente a la vía), soldados al carril. La sección de cada cable debe ser unas cuatro veces mayor que la correspondiente al hilo de trabajo. No es conveniente el empleo de conexiones de cobre porque, aun siendo más apropiadas, las quitan, sin que sea posible evitarlo en la mayor parte de los casos.

La línea aérea es de doble hilo ranurado de 63 milímetros cuadrados de sección, suspendido por grifas de presión, mucho más sencillas y eficaces que las soldadas. Dichos hilos de trabajo o de "trolley" van suspendidos, mediante los elementos conocidos (capicones, soportes, bolas y tornillos aislados, etcétera), de unas palomillas, formadas simplemente de un brazo horizontal y una tornapunta de hierros en T de $70 \times 70 \times 7$. Los postes son de cemento armado, del tipo universal (de celosía), de 8,50 metros de longitud, de la que se entierra 1,50 m., sin que sea necesario el empleo de hormigón para el relleno de la excavación y seguridad del enterramiento.

La corriente empleada es continua, a 550 voltios, suministrada por subestaciones transformadoras, a las que llega la trifásica de 50 períodos a 8.000 voltios. En alguna de las subestaciones, la transformación se hace mediante grupos, compuestos de motor trifásico acoplado a dinamo de 550 voltios, y en otras, con conmutatriz, cuyo rendimiento es de un 92 por 100, en vez del 82 por 100 de aquéllos. Actualmente, se utilizan con éxito convertidores de mercurio, en los que el rendimiento llega al 97 por 100, y es casi independiente de la carga.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

En cada subestación hay una batería de acumuladores, para que sirva de reserva y de compensador, regulándose automáticamente según la carga de la red, llegando así a la utilización máxima del salto de agua, pues se trabaja casi en línea recta, cualesquiera que sean las variaciones de aquélla. Este elemento es indispensable en los servicios de tracción, pues, de lo contrario, hay que disponer de potencias tres o cuatro veces mayores de la media, lo que supone gastos enormes de primer establecimiento y malos rendimientos en la explotación.

Por último: el material móvil para viajeros es de bogies de máxima tracción, con dos motores de 43 HP. cada uno. Esto permite aumentar la velocidad, llegando a 40 y 50 kilómetros por hora, sin que el movimiento sea apenas perceptible, habiendo visto claramente el aumento de viajeros al substituir por este material el antiguo de dos ejes.

De dicha explotación, que, como se ha visto, cuenta con salto de agua propio, he de citar los siguientes datos:

Ingreso anual por kilómetro (red interurbana)....	19.627	pesetas.
Gastos de explotación por kilómetro.....	6.673	—
Tarifa por viajero-kilómetro.....	0,05	—
Idem por tonelada-kilómetro.....	0,18	—
Coeficiente de explotación.....	34 por 100	
Consumo de energía por tonelada-kilómetro.....	100 watios.	
Movimiento de viajeros por día en la red interurbana, 2,2 por 100 de los habitantes que une la red incluyendo la capital.		

En el momento actual, teniendo en cuenta el alza extraordinaria de jornales y materiales, debe contarse con una tarifa mínima de 0,06 a 0,07 pesetas por viajero-kilómetro y 0,20 a 0,22 pesetas por tonelada-kilómetro. Aunque parezca algo elevada la tarifa de mercancías, hay que tener en cuenta que se trata de recorridos de poca longitud.

En el caso de no disponer de salto de agua propio, el precio de compra del kilovatio-hora no debe pasar de 0,08 pesetas a 0,10, y entonces el coeficiente de explotación será sensiblemente del 50 por 100.

Con estos datos, y conociendo el presupuesto aproximado de una red que se desee construir en regiones parecidas a la de Granada, como son: Sevilla, Almería, Alicante, Tarragona, etcétera, se puede conocer *a priori*, sin gran error, el resultado industrial de aquélla, y se verá que, en la mayor parte de los casos, puede llevarse al convencimiento del capitalista la seguridad de éxito en la empresa.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Ferrocarriles secundarios.

De todos los problemas nacionales que están por resolver, tal vez el más importante sea la construcción de la red de ferrocarriles secundarios, pues sin ella no se concibe en muchos casos la creación de industrias en sus emplazamientos adecuados; la explotación del suelo y del subsuelo en numerosas comarcas será imposible unas veces, y deficiente siempre; la defensa nacional se halla supeditada a la red actual, quedando incomunicadas inmensas zonas productoras de alimentos y materias primas, en las que, si se da el caso desgraciado de ser necesaria una movilización, las concentraciones no podrán hacerse sino a fuerza de tiempo.

Todas estas consecuencias, lesivas para el país, y muchas más que se pueden sacar, deben servirnos de estímulo para que cada uno aporte sus ideas en pro de esta magna obra, sin la cual, todo cuanto se haga, por muy importante que sea, resultará insuficiente, dejando sin resolver nuestro problema económico.

Actualmente, la concesión y construcción de ferrocarriles secundarios se rige por la ley de 23 de febrero de 1912, en la que aparecen tres categorías de ferrocarriles: estratégicos, secundarios con garantía de interés y secundarios sin garantía. Tanto los estratégicos como los secundarios con garantía disfrutan, aparte de otras ventajas, del 5 por 100 de interés al capital, de que responde el Estado, determinando los resultados de explotación con arreglo a una fórmula que se fija en cada caso. Los secundarios sin garantía no tienen más que las ventajas que ofrece la ley, que ya hemos citado al ocuparnos de las comunicaciones interurbanas.

Ni con la ley de 1912, ni con las anteriores, apenas si se han construído unos cuantos kilómetros de ferrocarriles secundarios, y esto ha sido la causa de que en estos últimos años se hayan presentado a las Cortes dos o tres proyectos de nuevas leyes, llegando ya a la subvención directa, sin que ninguno haya llegado a ser ley; lo que prueba el interés que tienen nuestros gobernantes en facilitar medios para que el capital se decida a interesarse en esta clase de empresas.

Para llegar a la solución de problema tan importante, no hay más que dos medios: o construye el Estado dicha red de ferrocarriles secundarios, o la construyen los particulares.

Lo primero tiene varios inconvenientes, como son: un gran presupuesto de gastos de establecimiento; tiempo indefinido en la construcción, etcétera; pero, al fin, sería una solución, de no existir otra.

En el segundo caso, para que el capital concurra a la construcción de ferrocarriles, no creo haya otro medio que la subvención directa

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

por kilómetro, sin que el Estado tenga más intervención que la inspección de obras.

De este modo, no se necesita la totalidad del capital que represente el presupuesto, sino una parte de él, siendo más fácil encontrarlo; se desenvolverá la empresa constructora y explotadora con independencia, fomentando elementos de riqueza en las zonas directa e indirecta del ferrocarril, y aunque de momento no consiga grandes resultados, confiará en el desarrollo del país para acrecentar sus beneficios en el porvenir.

El Estado podría exigir un pequeño interés a la subvención, el 2 por 100 por ejemplo, y, seguramente, aparte de los beneficios que le proporcione el desarrollo de la zona recorrida por el ferrocarril, los intereses que tendría que pagar aquél anualmente no pasarían de 8.000.000 de pesetas, aproximadamente, para una red de 10.000 kilómetros.

En efecto: supongamos que se trata de una red de dicha longitud y que el Estado subvencione con el 50 por 100 del presupuesto hasta el límite de 100.000 pesetas por kilómetro. Podemos tomar un promedio de 80.000 pesetas, y, por lo tanto, pagará en diez o doce años que dure la construcción total unos 800.000.000 de pesetas. Emitiendo títulos 5 por 100, pagará anualmente, una vez deducidos los descuentos, unos 32.000.000 de pesetas; pero como las Empresas concesionarias de ferrocarriles le abonarán un 2 por 100, más impuestos de utilidades de las mismas, de sus empleados, de grasa, alumbrado, etcétera, todo lo cual supone otro 1 por 100, aproximadamente, puede estimarse en un 3 por 100 el desembolso de aquéllas, o sean unos 24.000.000 de pesetas, quedando la diferencia de 8.000.000 de pesetas a cargo del Estado, cuya cantidad es pequeña si se compara con los inmensos beneficios que tendrá por el desarrollo del país.

En cuanto a las Empresas explotadoras, admitamos que ingresen 20.000 pesetas por kilómetro, lo cual parece bastante prudencial pensando en el porvenir, y que exploten al 50 por 100, teniendo en cuenta que se utilizará la tracción eléctrica; tendrá, pues, un beneficio kilométrico de 10.000 pesetas. Para un costo medio kilométrico de 160.000 pesetas, como se ha supuesto, tendrá que pagar al Estado 2.400 pesetas por kilómetro (3 por 100 de 80.000 pesetas), y deduciendo para reservas y amortizaciones 2.800 pesetas, aun puede repartir un 6 por 100 de interés al capital, 50 por 100 del presupuesto.

A las cantidades que cobraría el Estado anualmente, según se ha dicho, habría que agregar las inmediatas, como son Derechos reales y Timbre, por constitución de Sociedades, así como el aumento que proporcionarían las utilidades de las fábricas nacionales suministra-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

doras de materiales para dichos ferrocarriles y para los saltos de agua, subestaciones de transformación, etcétera.

En síntesis: por este medio, es muy posible que se construyera la red de ferrocarriles secundarios, sin gravamen apreciable para el Estado; y de ser así, el beneficio que se haría al país, fomentando la agricultura, la minería, la industria y el comercio, sería considerable.

PROYECTO DE MODIFICACIÓN DE LA VIGENTE LEY DE FERROCARRILES SECUNDARIOS Y ESTRATÉGICOS.—Siendo el objeto de este Congreso el estudio de las cuestiones de más interés y urgencia para el desarrollo de todas las industrias nacionales que se relacionen con la Ingeniería, parece que la que más directamente afecta a todas es la relativa a transportes por ferrocarril, de la que a su vez forma parte la red de ferrocarriles secundarios a construir; y como ésta no se construye con la ley actual, según se ha visto, parece que el Congreso puede dirigir sus esfuerzos y utilizar su alta influencia cerca del Gobierno de Su Majestad para que se presente a las Cortes un nuevo proyecto de ley por el que se facilite la realización de obra tan importante. De ser así, me atrevería a emitir mi modesta opinión sobre el particular.

El proyecto de ley que se estudie, a mi juicio, sólo debe comprender dos categorías de ferrocarriles: secundarios con subvención del Estado y secundarios sin subvención.

Las características de estas líneas entiendo que podrían ser las siguientes:

Anchura de vía entre bordes interiores de carriles.....	1 metro.
Pendiente máxima	3,5 por 100
Radio mínimo de curvas en plena vía.....	100 metros.
Idem íd. en el interior de poblaciones.....	30 —

Material móvil articulado y análogos los aparatos de coche y tracción.

Sistema de tracción: eléctrico por corriente continua.

Unos y otros ferrocarriles tendrán derecho a la expropiación forzosa y ocupación de terrenos y obras de dominio público, Estado, Provincia y Municipio, gozando durante los diez primeros años de la explotación de la exención de impuestos sobre transporte de viajeros y mercancías.

Los secundarios con subvención se tramitarán en forma análoga a la prevista en la vigente ley de 1912, componiéndose el proyecto de los documentos que en la misma se indica.

El Estado subvencionará a estas líneas con el 50 por 100 del importe del presupuesto, hasta un máximum de 100.000 pesetas por kilómetro (la subvención); y si la entidad concesionaria construye salto

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

de agua, el Estado subvencionará también con el 50 por 100 del presupuesto del mismo, hasta un máximum de 500 pesetas HP. en eje de turbina, en estiaje máximo, siendo entonces dicho salto también reversible al Estado, al mismo tiempo que el ferrocarril, o sea a los noventa y nueve años.

El concesionario pagará al Estado anualmente una cantidad igual al 2 por 100 de la subvención que de ésta recibiera, por todo el tiempo de la concesión.

Tendrán derecho a la subvención las líneas incluídas en el plano de secundarios y estratégicos publicado hasta la fecha, y aquellas que por su importancia y condiciones pueden ser incluídas en dicho plan mediante una ley.

Los secundarios sin subvención se tramitarán de igual modo que se determina en la vigente ley para los secundarios sin garantía de interés, debiendo quedar en las mismas condiciones y con los mismos derechos establecidos para éstos.

Tanto en unos como en otros, debe desaparecer la condición de que las concesiones hayan de ser ratificadas por las Cortes, toda vez que aquéllas se otorgan con arreglo a una ley que ha sido votada ya; de este modo, se evitará un trámite que, en general, hace perder mucho tiempo.

Consideraciones sobre el sistema de tracción y su influencia en la capacidad de tráfico de las actuales líneas.

Esta, tal vez, sea una de las cuestiones más interesantes a tratar, porque de ella depende que, industrialmente, sea bueno o mal negocio el ferrocarril de que se trate, influyendo además notablemente en la celeridad del desarrollo del país.

En los momentos actuales, estamos viendo el estado tan precario de las Compañías de ferrocarriles, no obstante el alza extraordinaria de las tarifas; y dicho malestar es debido, en gran parte, a los enormes gastos de tracción. M.-Z.-A., por ejemplo, ha consumido en el año 1918 572.722 toneladas de carbón, que le han costado 66.330.475 pesetas; a esto hay que agregar los transportes hasta los depósitos y el arrastre del ténder con su carga de combustible, pudiendo estimarse en unos 75.000.000 de pesetas por todos conceptos. Si emplease la tracción eléctrica, teniendo en cuenta que durante el año el transporte ha sido de unos 5.250.000.000 de toneladas-kilómetro próximamente, incluyendo el peso del material móvil y de tracción, y que el consumo de energía sería de unos 100 watios por tonelada-kilómetro, hubiera consumido unos 525.000.000 de kilovatios-hora. Disponiendo de saltos de

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

agua propios, no le costaría la energía más de 0,02 pesetas por kilovatio-hora, y, por lo tanto, el costo anual sería de unos 10.500.000 pesetas. Si no construyera saltos para su explotación, tendría que adquirirla; pero dada la importancia del consumo, el precio de compra del kilovatio no sería superior a 0,04 pesetas, y en ese caso, el gasto anual sería de unos 21.000.000 de pesetas.

La tracción eléctrica resuelve además otra porción de problemas, siendo tal vez el más importante el aumento de capacidad de transporte en las actuales líneas, donde se puede evitar en gran parte la estrangulación del tráfico en el paso de las divisorias; además, pueden ser mayores el tonelaje útil y la velocidad, si se aumenta el peso adherente y la potencia de las locomotoras, siendo esto posible, por ser articulado cada juego de ruedas acopladas correspondientes a cada motor.

Económicamente tiene también grandes ventajas, pues el número de elementos es mucho menor que en las locomotoras a vapor, y, por lo tanto, las reparaciones son más sencillas y económicas; se evitan todos los gastos de aguadas, así como el transporte del peso muerto del ténder; el personal de tracción es mucho más barato y fácil de substituir por la instrucción rápida, etcétera.

Podemos, pues, resumir las ventajas de la tracción eléctrica: gran economía en la explotación y aumento de capacidad de las líneas, condición esta última de valor inapreciable, porque, de no existir ese aumento, no hay para qué pensar en la construcción de la red secundaria, pues el establecimiento de la doble vía es problema más caro y necesita mucho más tiempo para realizarse.

Por formar parte de la red ferroviaria, la actual y la de secundarios a construir, nos hemos ocupado de aquélla; pero cuanto se ha dicho es aplicable a esta última, con tanta más razón, cuanto que dichas líneas secundarias necesitan para su desarrollo una gran frecuencia de tráfico, con trenes de pequeño tonelaje, y eso sólo puede conseguirse con la tracción eléctrica.

Como anejo del problema ferroviario, está el de la construcción de saltos de agua y, a su vez, el de pantanos que regularicen el régimen de nuestros ríos, que es de lo más variable, como se sabe; pues sin saltos de agua no hay que pensar en la electrificación de los ferrocarriles.

En muchas líneas secundarias será bastante un pequeño salto de 100 a 200 HP.; pues aunque no se disponga de potencia bastante para cubrir las puntas de las curvas de consumo, éstas se cortan con baterías de acumuladores, llegando a trabajar casi en línea recta, como se ha dicho, consiguiendo la utilización máxima del salto y

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

teniendo al mismo tiempo una reserva instantánea. En estas líneas de pequeño recorrido, creo debe adoptarse la corriente continua de 550 a 600 voltios.

En las de gran recorrido o en las principales que existen ya debe emplearse también la corriente continua a alta tensión (1.200 a 1.500 voltios).

La construcción de pantanos es de una importancia extraordinaria; pero no debe olvidarse que han de llenar dos necesidades, o sea, regularizar los ríos para que las potencias de los saltos que se construyan en la cuenca que alimenten aquéllos se aproxime mucho a una constante, y acumular agua para que en el Estío puedan regar infinidad de terrenos que hoy son de secano, aumentando la producción en proporciones que son bien conocidas.

Ahora bien; por estas razones, los pantanos que primeramente deben construirse son aquellos cuyos vasos se encuentren de 800 a 1.000 metros sobre el nivel del mar, a fin de que la longitud de río que regularicen sea lo mayor posible y, de este modo, puedan aprovecharse esas grandes energías potenciales hasta el momento en que empiecen a regar los terrenos situados a poca altitud, que es donde se encuentran las mayores superficies cultivables y los climas más benignos.

Este sistema, creo que es el más eficaz para disminuir notablemente los estiajes de verano, que son los únicos importantes por regla general, y al mismo tiempo se proporcionaría un inmenso beneficio al país en general y al Estado en particular.

CONCLUSIONES

De todo lo expuesto deduzco:

PRIMERA. Que es muy conveniente, para varias regiones y utilitario para el capital, la construcción de varias redes interurbanas que pueden estudiarse rápidamente.

SEGUNDA. Que es urgentísimo la promulgación de una nueva ley de Ferrocarriles secundarios, por la que se estimule al capital para evitar que éste emigre y para que pueda interesarse en esta clase de negocios, tan beneficiosos para el país.

TERCERA. Que es necesaria la electrificación de las principales líneas de ferrocarriles existentes hoy, empezando por las divisorias y secciones adecuadas, según el tráfico y perfil de línea, tanto por el aumento de capacidad, como por la economía en la explotación.

CUARTA. Que siendo indispensable ya el empleo de la corriente

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

eléctrica para tracción, es urgente también la construcción de saltos de agua, para que este problema tenga solución.

QUINTA. Que para utilizarse las grandes energías potenciales de nuestros ríos torrenciales, es indispensable la construcción de embalses en puntos elevados de sus cuencas, y con ello se conseguirá aumentar notablemente las zonas de regadío en todo el país.

Para todo esto se necesita un presupuesto elevado, que pudiéramos llamar de reconstitución económica nacional; pero a nadie se le oculta que las disponibilidades de España, hoy, son de varios miles de millones, lo que permite al Estado hacer empréstitos que en realidad le cuestan un 4 por 100 próximamente, y que el encaje del Banco de España, que garantiza nuestro papel moneda, va a ser muy pronto del 100 por 100, lo que es fantástico, si se compara con los demás países del Mundo. En estas condiciones, no hay más que encauzar el problema financieramente, y es seguro que, con el buen deseo y concurso de todos, se llegará a la solución completa de problema tan capital."

El Sr. PRESIDENTE manifiesta que no teniendo este trabajo, como el anterior, carácter de ponencia, procede hacer constar el agrado de la Sección por labor tan meritoria, siendo de esperar que, por la importancia que entraña, será publicado por el Comité ejecutivo del Congreso de Ingeniería.

El Sr. VICEPRESIDENTE da también lectura de la comunicación y conclusiones del Sr. Sequeiros, cuyo contenido es como sigue:

"EL PROBLEMA DE LA TRACCION EN LOS FERROCARRILES ECONOMICOS DE VIA DE UN METRO

Por D. LEANDRO SEQUEIROS Y OLMEDO, *Ingeniero industrial.*

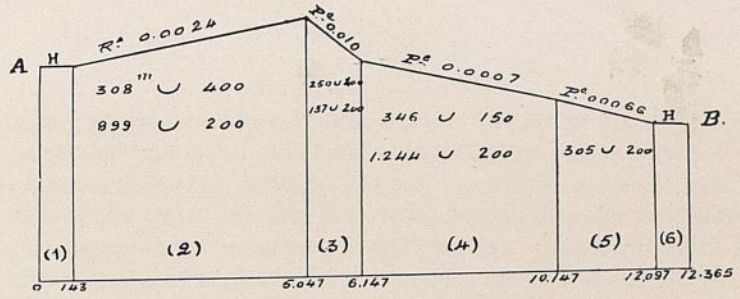
Consideraciones preliminares.

El problema de la tracción y su corolario el de la duración de los recorridos, son problemas de una tal transcendencia en el proyecto y en la explotación de un ferrocarril, que todos los especialistas en la materia dedican a estos problemas una atención que desde luego merecen.

Ambos son de un carácter práctico en último resultado, pero necesitan un planteamiento teórico, dando por ciertos los datos prácticos obtenidos en condiciones análogas al estudio que se pretende hacer.

La fijación del tipo de locomotora en un ferrocarril en proyecto, las distancias de las estaciones abastecedoras de agua y combustible, la de-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO



Figª Nº 1

GRAFICOS DE POTENCIA Y ESFUERZOS DE TRACCION

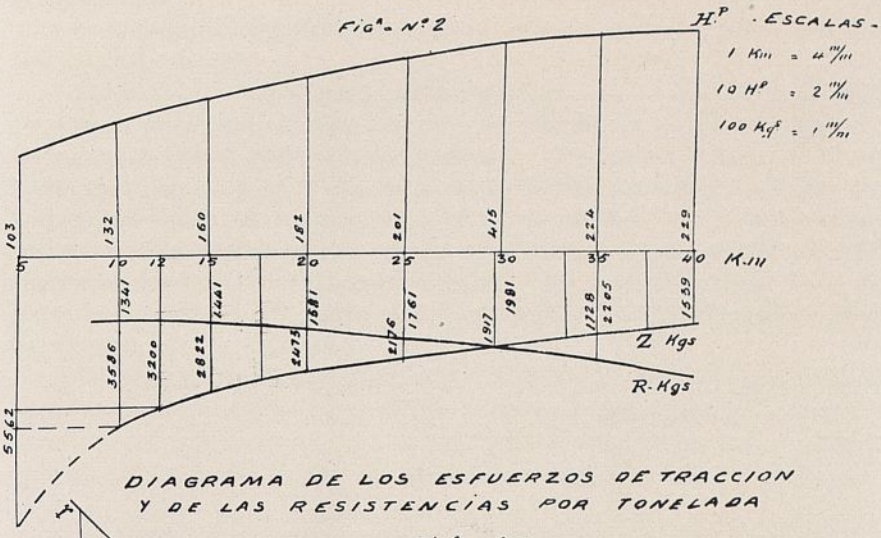
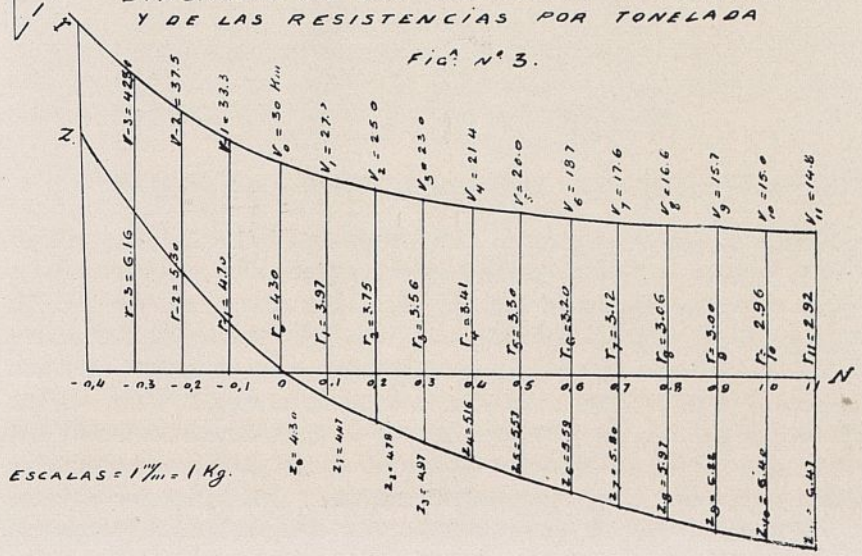


DIAGRAMA DE LOS ESFUERZOS DE TRACCION Y DE LAS RESISTENCIAS POR TONELADA



ESCALAS = 1 m/m = 1 Kg.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

terminación del número de locomotoras, coches y vagones, y, en general, todo lo que directamente con la tracción se relaciona, son consecuencias que han de deducirse de la resolución a priori del problema de la tracción, y que la práctica de la explotación ha de confirmar.

No he de encarecer, pues, la importancia que ha de tener en la explotación la resolución teórica previa de este problema.

Este problema general abarca otros dos fundamentales, que son:

1.º Determinación del esfuerzo de tracción de una locomotora a distintas velocidades cuyos datos nos son conocidos y el recíproco correspondiente.

2.º Determinación de las resistencias que ha de vencer este esfuerzo de tracción.

Los datos y fórmulas de carácter práctico que sirven de base para estos estudios están citados con gran prolijidad en todas las obras de ferrocarriles para locomotoras grandes y velocidades entre 40 y 100 kilómetros por hora, con trenes de composición homogénea (rápidos de viajeros o lentos de mercancías); pero, en cambio, para ferrocarriles de explotación económica de vía de un metro, locomotoras de 30 a 60 toneladas y trenes de composición mixta con velocidad entre 10 y 35 kilómetros por hora, los datos que se encuentran son incompletos y poco de acuerdo con la realidad.

Iniciándose ahora en España una corriente de opinión marcadísima hacia estos ferrocarriles, y teniendo hechos algunos estudios teóricos y prácticos en esta materia, voy a exponer en estas notas los resultados que he obtenido, por si de alguna utilidad pueden servir en casos análogos.

Creo lo más claro exponer el estudio tal como yo lo he hecho y aplicado ya a un caso práctico; es la única manera, a mi entender, de que puedan analizarse paso a paso los resultados obtenidos.

Perfil de la línea desde el punto de vista de la tracción.

En los ferrocarriles de construcción económica en terreno entrellano, como es el que voy a estudiar, se procura en lo posible ceñirse al perfil del terreno, por lo que existen un número desproporcionado de curvas y cambios de rasante: el hacer el estudio para toda la línea resultaría una tarea ímproba y los resultados no serían más exactos que los obtenidos confeccionando un perfil de tracción hecho a base de considerar aisladamente las rampas de más de 0,015 m. y 1.500 m. de longitud y tomar en las demás secciones en rampa la media dada por la cota de sus extremos, y en las alineaciones rectas considerar las de principio y fin del trayecto y las superiores a 1.000 m. de longitud.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

En cuanto a las curvas, van anotadas las longitudes de las de cada radio.

En la figura 1.ª tenemos el perfil de tracción del trozo que pretendemos estudiar comprendido entre las estaciones A y B con una longitud de 12.365 m.

En el perfil consideramos como rectas las curvas de radio no inferior a 400 m., por comprobarse que, en estas líneas y las velocidades admitidas, su influencia en la tracción es despreciable.

Material de tracción y composición de los trenes.

Suponemos fijado el tipo de locomotora. Esta es una locomotora-ténder de tres ejes acoplados y un eje libre con articulación tipo Kraüs (0-6-2).

Peso en orden de marcha	30.000 kilogramos.
Peso adherente	24.000 »
Superficie de calefacción directa	4,05 m.²
Idem de íd. indirecta	56,10 »
Idem de la rejilla	0,92 »
Presión de trabajo	12 Kg. por cm.²
Cilindros	330 por 450 mm.
Diámetro de la rueda motriz	0,90 m.

El material de vagones tipo bordes bajos, de 10.000 kilogramos de carga máxima y 3.500 kilogramos de tara; tope central, distancia entre ejes, 2.500 mm.; muelles de suspensión de manecillas, engrase con almohadilla de lana, subiendo el aceite por capilaridad.

El de coches de viajeros tipo americano, de 11 m. de longitud y dos carretones.

La composición media de los trenes la suponemos de un número de unidades de mercancías de bordes bajos en cabeza y tres coches y furgones en cola.

Determinación de la curva de esfuerzos de tracción de la locomotora adoptada.

Para hacer este cálculo hemos de empezar por fijar una porción de datos que irán llevándonos como de la mano a la determinación de la curva citada.

Velocidad límite de la locomotora; es decir, velocidad mínima de

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

trabajo en que la potencia de la caldera concuerda con el peso adherente:

Siendo el peso adherente de 24.000 kilogramos, el esfuerzo medio de tracción, según este peso, será, para este tipo de locomotoras, cuya adherencia disminuye a la vez que consumen los aprovisionamientos:

$F = \frac{24.000}{7,5} = 3.200$ de esfuerzo medio y 3.600 en condiciones de buen tiempo y carriles secos.

Potencia de la caldera en la llanta de las ruedas motrices, fórmula Svoboda (Viena):

$$N = sn \left[(n + 1)\ 18\right]^{\circ} \left(30 + \frac{H}{3}\right) \sqrt{H_r \times R}$$

n = vueltas por segundo de las ruedas motrices.

H = superficie total de calefacción en m.^{2} = 60,15 m.^{2}

H_r = superficie de calefacción reducida = $4,05 + \frac{56,10}{3} = 22,75$ metros cuadrados.

R = superficie de la rejilla = 0,92 m.^{2}

Esta fórmula está calculada para una calidad media de combustible vaporizando siete veces su peso de agua.

Substituyendo valores, poniendo, en vez de $n = 0,0885 \frac{V}{D}$ en función de la velocidad en kilómetros por hora y del diámetro de las ruedas motrices en metros, tendremos

$$N = sn\ (1,76\ V + 18)\ 229\ HP.$$

Dando a V valores entre 10 y 40 Km., tendremos la curva 1 de la figura 2.

Substituyendo los valores de N en la expresión

$Z = \frac{270\ N}{V}$, obtendremos otra curva (2), que nos da la variación del esfuerzo de tracción en función de la velocidad.

De esta representación gráfica deducimos que la velocidad límite de la locomotora en estudio es la de 12 kilómetros a la hora en condiciones medias, y de 10 kilómetros en condiciones excepcionales, y que la velocidad máxima de acuerdo con la potencia de la caldera no puede pasar de 40 kilómetros a la hora.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Tanto las potencias en HP., como las fuerzas de tracción que nos da, son referidas a las llantas de las ruedas motrices, y, por consiguiente, para referirlas al gancho de tracción de la misma, habrá que descontar los esfuerzos absorbidos por el movimiento de dicha locomotora.

Estas resistencias, en este tipo de locomotoras y para las velocidades consideradas, valen 10 Kg. por tonelada para los ejes acoplados, y 3,5 Kg. por tonelada para los ejes libres.

Por consiguiente, la resistencia de la locomotora en Kg. valdrá $24 \times 10 + 3{,}5 \times 6 = 261$ Kg., y esta cantidad ha de restarse de los esfuerzos de tracción determinados en el gráfico para tener el esfuerzo de tracción neto en el gancho de tracción de la locomotora.

Resistencia del tren.—Para la composición de trenes que al principio he detallado y para las velocidades comprendidas entre los límites fijados, la resistencia del tren tiene un valor que coincide con los valores de la siguiente fórmula:

$$R\,(Kg.) = 2{,}5 + 0{,}002 \times V^{-2}\,(Km.) \times h$$

Esta fórmula, aplicada a vagones y coches del tipo que describimos, para velocidades comprendidas en los límites marcados, tiene una comprobación práctica en ensayos efectuados en varios años de explotación.

Resistencia de las curvas.—La fórmula que resulta en este caso especial más acoplada a la realidad es la $C = \frac{400\,l}{s}$; l = ancho de vía; s = radio de la curva.

Esta fórmula, para radios superiores a 400 m., da valores que prácticamente pueden despreciarse.

Determinación de la carga máxima a remolcar.—Con los datos que hemos ido apuntando, podemos abordar el problema de determinar la carga máxima que con rendimiento económico de la locomotora puede remolcarse en el trayecto que hemos tomado como ejemplo.

Para esto, determinaremos la resistencia de la línea en cada trayecto en el sentido A B, por ejemplo.

Obtendremos, por consiguiente, los siguientes resultados:

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Trayectos r.		Resistencia por el perfil = i Kg. × tons.	Resistencia de la curva. Kg. × tons.	Resistencia total.
Núm. 1.		0	0	0
Núm. 2.	308 m.	2,4	1	3,4
	899 »	2,4	2	4,4
	3.697 »	2,4	0	2,4
Núm. 3.	250 »	— 10,00	1	— 9,00
	137 »	— 10,00	2	— 8,00
	713 »	— 10,00	0	— 10,00
Núm. 4.	346 »	— 0,7	2,6	1,9
	1.344 »	— 0,7	2	1,3
	2.310 »	— 0,7	0	— 0,7
Núm. 5.	305 »	— 6,6	2	— 4,6
	1.550 »	— 6,6	0	— 6,6
Núm. 6.		0	0	0

Si se tratara de la circulación en el sentido contrario, los datos se determinarían de idéntica manera.

Para determinar la carga máxima, tendremos que el trozo de máxima resistencia en el sentido A B son los 899 metros del trozo número 2, cuya resistencia es de 4,4 Kg. por tonelada.

El esfuerzo de tracción correspondiente al límite de velocidad, o sea a 12 kilómetros por hora, es, según el gráfico número 2, de $Z = 3.200 - 261 = 2.939$ kilogramos.

Este esfuerzo de tracción está relacionado con las resistencias a vencer por la fórmula

$$Z = P\,(2{,}5 + 0{,}002 \times 12^{-2} + 4{,}4);\ \text{de donde}$$

$$P = \frac{2.939}{2{,}78 + 4{,}4} = 409 \sim 400\ T.$$

Lo mismo se determinaría en el sentido B A.

Confección de horarios.—Fijada esta carga máxima, el problema de confección del horario lo basaremos en la velocidad fundamental; es decir, la velocidad a que nuestra locomotora remolcará en recta y horizontal un tren de 400 toneladas para el horario del sentido A B.

Esta velocidad vendrá dada calculando la resistencia del tren para cada una de las velocidades y sumándole los 261 Kg. de resistencia de la locomotora, o sea la fórmula $Z = 400\,(2{,}5 + 0{,}002 \times V^2) + 261$; así, tendremos una curva R (fig. 2), que al cortar a la Z, nos dará sobre el eje de los x la velocidad fundamental que buscamos: velocidad

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

que en nuestro caso es de 29,625 Km. a la hora, o sean 30 Km. en números redondos.

Fijada la velocidad fundamental, pasamos a calcular el diagrama de la duración de los recorridos.

Este diagrama (fig. 3) se construye en virtud de las siguientes consideraciones:

Para recorrer la unidad de camino *1* en el mismo tiempo que se necesita para recorrer el camino 1 + 0,1 con la fundamental de 30 kilómetros por hora, habría que recorrer ese camino con la velocidad $\frac{V}{1+0,1} = \frac{30}{1,1} = 27,2$ Km. a la hora.

Para el camino 1 + 0,2, la velocidad sería $\frac{V}{1+0,2} = \frac{30}{1,2} = 25$ Km., y así sucesivamente.

Con estas velocidades, por la fórmula fundamental de las resistencias, determinaremos la resistencia por tonelada de tren correspondiente a cada una de las velocidades calculadas.

Así, por ejemplo, para la velocidad fundamental correspondiente al suplemento 0, será:

$r_0 = 2,5 + 0,002 \times 30^{-2} = 4,30$ Kg. por tonelada para el suplemento 0,1

$r_1 = 2,5 + 0,002 \times 27^{-2} = 3,97$ Kg. por ídem para el íd. 0,2 y así sucesivamente.

Llevando estos valores a partir del eje M N (fig. 3) hacia arriba, tendremos la curva de las resistencias.

Si dividimos los esfuerzos de tracción *netos* correspondientes a estas velocidades por las 400 toneladas de tren, tendremos los valores del esfuerzo de tracción por tonelada de tren para cada velocidad.

$$Z_0 = \frac{1.981 - 261}{400} = 4,3 \text{ Kg.} \qquad Z_1 = \frac{2.050 - 261}{400} = 4,45$$

llevando estos valores hacia abajo a partir de los puntos correspondientes de la curva de la resistencia, tendremos la curva de los esfuerzos de tracción netos por tonelada de tren y formado el diagrama.

Ahora bien: de la ecuación fundamental

$Z = r + i + c$ se deduce que $Z - r = i + c$; es decir, que los trozos de ordenadas comprendidas en el diagrama desde el eje M N a la curva de las Z nos dan para la velocidad y el esfuerzo de tracción correspondiente la suma de las resistencias por rampa y curva que pueden vencerse con esos esfuerzos de tracción.

Es decir, que con un esfuerzo de tracción de 4,78 Kg. por tonelada, puede vencerse a 25 Km. a la hora una resistencia de línea de 4,78 — 3,75 = 1,03 Kg. por tonelada con un tren de 400 toneladas.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Construído este diagrama y fijada la velocidad máxima en las pendientes, que no debe ser superior a 35 Km. a la hora, necesitamos, finalmente, tener presente las ecuaciones del movimiento uniformemente variado.

$$t = \pm \frac{V - V_0}{j} \qquad y \qquad e = V_0\, t \pm \frac{1}{2} j t^2$$

y el valor de la aceleración $j = \frac{F}{M}$ será en nuestro caso $\frac{430.000}{9,81} = 43.832$.

Sentados estos precedentes, estudiemos a la vista del perfil el horario en el sentido A B.

Trayecto 1.—Arranque a plena admisión = Esfuerzo de tracción, el máximo dado por la adherencia, o sean 3.600 Kg.

Aceleración:

$j = \frac{3.600}{43.832} = 0,082$ m. $\times$ 1'' longitud del trayecto; $e = 143$ m.

Tiempo empleado en recorrerlo:

$$t = \sqrt{\frac{143}{0,041}} = 59''; \; v = 59 \times 0,082 = 4,84 \text{ m.} \times 1''$$

Trayecto 2.—Resistencia media del trayecto:

$$r_m = \frac{308 \times 3,4 + 899 \times 4,4 + 3.697 \times 2,4}{4.904} = 2,83 \text{ Kg. por tonelada.}$$

A esta resistencia encontramos en el gráfico (fig. 3) una velocidad correspondiente de 16.887 Km. a la hora, equivalente a 4,69 m. $\times$ 1''; por consiguiente, reduciendo la admisión al 28 por 100 (dos puntos de palanca), conservamos una velocidad uniforme dentro del trayecto, dado que la velocidad inicial era de 4,84 m.

Duración del recorrido: $\frac{4.904}{4,69} = 1.045'' = 17'$ y $25''$.

Trayecto 3.—Resistencia media del trayecto:

$$r_m = \frac{(250 \times 9 + 137 \times 8 + 713 \times 10)}{1.100} = 9,52 \text{ Kg. por tonelada.}$$

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Aquí, el esfuerzo negativo es aceleratriz, y este esfuerzo valdrá la diferencia entre el debido a la fuerza aceleratriz, o sea $430 \times 9{,}52 = 4.093{,}60$ Kg., y el resistente medio debido a las resistencias del tren y de la locomotora.

Siendo la velocidad inicial 4,69 m. $\times$ 1", o sean 17 Km. por hora en números redondos, y la final admisible 35 Km., la media será: $V_m = \frac{17 + 35}{2} = 26$ Kg. por hora; y la resistencia de tren por tonelada será: $2{,}5 + 0{,}002 \times 26^2 = 3{,}85$ Kg.; y el esfuerzo resistente será: $261 + 3{,}85 \times 400 = 1.901$ Kg.

Por consiguiente, el esfuerzo aceleratriz neto valdrá

$$4.093{,}60 - 1.901 = 2.192 \text{ Kg.}$$

La aceleración será, por consiguiente, $j = \frac{2.192}{43.832} = 0{,}050$ m. $\times$ 1".

Velocidad inicial, $V_0 = 4{,}69$ m. $\times$ 1"; velocidad final, 35 Km. a la hora, o sea $V = 9{,}72$ m. $\times$ 1".

$t = \frac{9{,}72 - 4{,}69}{0{,}050} = 100'' = 1' + 40''$. El espacio será:

$$e = 4{,}69 \times 100 + \frac{1}{2}\, 0{,}050 \times 100^2 = 719 \text{ m.}$$

Luego a los 719 m. de recorrido hay que frenar de modo que se conserve hasta el fin del trayecto la velocidad uniforme de 35 Km. a la hora; esta longitud será de $1.100 - 719 = 381$ m.

La duración total del recorrido de este trayecto será de

$$1' + 40'' - \frac{381}{9{,}72}$$

Trayecto 4.—Resistencia media del trayecto:

$$r_m = \frac{346 \times 1{,}9 + 1.344 \times 1{,}3 - 2.310 \times 0{,}7}{400} = 1{,}00 \text{ Kg. por tonelada.}$$

Velocidad correspondiente (fig. 3) = 25 Km. (6,94 m. $\times$ 1").

Como la velocidad inicial del trayecto es de 9,72 m. $\times$ 1", puede entrarse a regulador cerrado en el trayecto; y siendo el esfuerzo retardatriz debido a la resistencia de la vía, $430 \times 1 = 430$ Kg., y el debido

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

a la resistencia del tren, $261 + 400\,(2{,}5 + 0{,}002 \times 30^{-2}) = 1.981$ kilogramos, tendremos que la retardación total será $j = \frac{1.981 + 430}{43.832} =$ $= 0{,}055$ m. $\times$ 1''; por consiguiente, para llegar a la velocidad de 25 kilómetros (6,94 m. $\times$ 1''), se tardarán $\frac{9{,}72 - 6{,}94}{0{,}055} = 50''$, y se recorrerán $9{,}72 \times 50 - \frac{1}{2}\,0{,}055 \times 50^{-2} = 348{,}50$ m.

El resto del trayecto, o sean 3.652 m., se recorrerán con el 28 por 100 de admisión a 25 Km. en 526", o sea que en el recorrido total se invertirán en total $576'' = 9' + 36''$.

Trayecto 5.—Por las consideraciones anteriores, tendremos:

Resistencia media $= \frac{(305 \times 4{,}6 - 1.550 \times 6{,}6)}{1.950} = 5{,}9.$

Esfuerzo aceletratriz $= 430 \times 5{,}9 = 2.537$ Kg.

Esfuerzo retardatriz $= 261 + 400\,(2{,}5 + 0{,}002 \times 30^{-2}) = 1.981.$

Esfuerzo aceleratriz efectivo $= 2.537 - 1.981 = 556$ Kg.

Aceleración $= \frac{556}{43.832} = 0{,}012$ m. $\times$ 1''.

Tiempo para llevar a la velocidad de 9,72 ——— 231".

Espacio recorrido = 1.283 m.

Espacio frenado a 9,72 = 667 m.

Tiempo = 68".

Tiempo total del recorrido $= 299'' = 4' + 59''$.

Trayecto 6 = 268 m. pasando de la velocidad de 35 Km. a 0 en la parada.

Le asignamos un tiempo de $60'' = 1'$.

Resumiendo el cuadro de tiempos de los trozos de este trayecto, será el siguiente:

TRAYECTOS	LONGITUD — *Metros.*	TIEMPO INVERTIDO
Número 1.....	143,00	59''
» 2.....	4.904,00	17' y 25''
» 3.....	1.100,00	2' » 19''
» 4.....	4 000,00	9' » 36''
» 5.....	1.950,00	4' » 59''
6.....	268,00	1' » »
Totales.....	12.365,00	36' » 98''

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Los datos prácticos obtenidos después de varios años de explotación para este trayecto, fijan en los cuadros de marcha con la carga que hemos calculado un tiempo concedido de 35'.

Consumo de carbón y agua.—El trabajo total desarrollado por la locomotora para recorrer este trayecto en estudio, contando sólo aquellos trozos en que es necesario el consumo de vapor, vendrá dado por la siguiente expresión, en que los esfuerzos de tracción son los correspondientes a la velocidad media en el trozo:

Trozo núm. 1. Trozo núm. 2. Trozo núm. 4.

$$T = 143 \times 3.600 + 4.904 \times 2.600 + 3.652 \times 2.176 = 22.866{,}352 \text{ m.}$$

Ahora bien: como el caballo-hora vale $75 \times 3.600 = 270{,}00$ Kgm., la cifra obtenida será equivalente, en números redondos, a 85 HP.-hora, y como la hulla de mediana calidad que hemos supuesto, el consumo por HP.-hora se puede fijar en este tipo de locomotoras en 2 Kg., el consumo de carbón, en ese trayecto, vendrá representado por $2 \times 84 = 168$ kilogramos, y el de agua, por $168 \times 7 = 1.176$ l.

Resulta, pues, un consumo de carbón por tonelada-Km. bruta de tren de $\frac{168}{21.365 \times 400} = 0{,}030$ Kg. en el trayecto A B considerado.

Frenado.—Este problema, en el caso que estudiamos, tiene que resolverse estudiando los casos siguientes:

a) Peso frenado necesario para conservar en 381 m. del trayecto número 3 la velocidad de 35 Km. a la hora, siendo la aceleración de 0,05 m. $\times$ 1".

b) El mismo caso en el trayecto número 5, siendo la longitud 667 metros, y la aceleración, 0,012 m. $\times$ 1".

c) Parada del tren en 60", partiendo de la velocidad inicial de 35 Km. por hora.

De estos tres casos, el más desfavorable es el tercero; por consiguiente, es el que nos dará el número máximo de toneladas frenadas necesario para efectuar la parada del tren.

La fórmula que nos da la distancia a que debe parar un tren sometido a la acción de los frenos es la siguiente:

$$L = \frac{V^2}{2{,}54} \times \frac{1}{0{,}01 \times f \times a + 0{,}001\,(r \pm i)} - t \times \frac{V}{3{,}6}$$

longitud del trayecto.
r = velocidad del tren = 35 Km. $\times$ 1^h.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

f = coeficiente de adherencia de los cálculos de los frenos en caso de frenos de husillo = 0,10.

a = tanto por ciento del peso del tren que hay que frenar para obtener la parada.

r = resistencia del tren por tonelada = 4,9 Kg.

i = resistencia de la línea = 0

t = tiempo en segundos desde que empiezan a actuar hasta que hacen su aprieto completo los frenos = 0 (el tren viene frenado).

Substituyendo valores, tendremos:

$$268 = \frac{35^{-2}}{254} \times \frac{1}{0{,}01 \times 0{,}10 \times a + 0{,}001\,(4{,}9 \pm 0)} - 0 \times \frac{3{,}5}{3{,}6}$$

De donde $a = 13$.

Es decir, que se necesitan frenar el 13 por 100 de las 400 toneladas de tren, o sean 52 toneladas.

Lo mismo resolveríamos cuantos problemas relacionados con la tracción pudiesen presentársenos."

El Sr. PRESIDENTE hace iguales consideraciones sobre este trabajo que sobre el anterior: que no tiene carácter de ponencia, siendo más bien un conjunto de datos que, por su importancia, merece ser tenido en cuenta.

El Sr. PRESIDENTE hace observar, respecto a la Memoria del Sr. Delgado, que trata sobre "El alumbrado de la vía férrea desde las locomotoras", que ésta fué ya presentada en la Asamblea nacional de ferrocarriles de 1918, y procede que la Sección se dé por enterada; acordándose, por indicaciones del Sr. BURGALETA, que este trabajo debe pasar a su destino, que es la Biblioteca de la Exposición del Congreso.

El Sr. GONZALEZ QUIJANO presenta una proposición relativa al plan de reconstitución nacional y reorganización de los servicios públicos.

Después de amplia discusión sobre el asunto, en la que intervinieron los Sres. MENDEZ VIGO, SAINZ, RODRIGUEZ ARANGO, KELLER y BURGALETA, se acuerda suspenderla para continuarla en la sesión próxima.

Seguidamente, el Sr. VIVES, en nombre de la Cámara Oficial de Industria de la provincia de Madrid, explica las notas por ésta presentadas, y cuyo resumen se inserta a continuación:

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

"EXTRACTO DEL TRABAJO PRESENTADO POR LA CAMARA DE INDUSTRIA DE LA PROVINCIA DE MADRID CON EL TITULO "NOTAS SOBRE EL PROBLEMA FERROVIARIO"

Conclusiones.

PRIMERA. De acuerdo con el espíritu de la conclusión primera de la Asamblea nacional de ferrocarriles, es indispensable que, a la mayor brevedad posible, se establezcan las bases de una organización superior del Estado en materia de política ferroviaria, sobre la condición de una prudente autonomía y la máxima reunión de elementos técnicos.

Esta organización deberá encaminar principalmente sus esfuerzos al estudio y preparación legislativa de los siguientes extremos:

1.º Problema de la red actual y su reversión anticipada al Estado.

2.º Revisión del sistema de tarifas.

3.º Construcción de los nuevos ferrocarriles.

SEGUNDA. Reconociendo las dificultades de una inmediata reversión de los ferrocarriles al Estado, y la imposibilidad de prorrogar las concesiones, se impone la estatificación graduada de la red actual con arreglo a las siguientes normas:

a) Reorganización de la Administración y del personal ferroviario, dándole en todos sus aspectos y progresivamente el carácter público.

b) Servicio financiero por el Estado de las mejoras indispensables y convenientes para las Compañías que no tengan la capacidad financiera indispensable.

c) Adquisición de valores ferroviarios por el Estado, mediante operaciones financieras que, evitando la especulación, no asignen a dichos valores un precio mayor que el real.

d) Incautación de la red y explotación por el Estado.

TERCERA. El remedio de los graves quebrantos irrogados a la economía nacional por el encarecimiento y cambio de estructura del sistema de tarifas exige la intervención del Estado, debidamente asesorado por elementos técnicos y los representantes de las fuerzas económicas para reconstituir el sistema de tarifas, llegándose en caso necesario, y mientras duren las actuales circunstancias, a la concesión de auxilios a las Compañías como compensación del menor producto de las explotaciones.

CUARTA. El fracaso de la legislación vigente sobre ferrocarriles se-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

cundarios y estratégicos exige la construcción directa por el Estado, adoptándose la organización que garantice el máximo efecto útil."

Puestas a discusión las conclusiones anteriores, son aprobadas por la Sección, en términos generales y con carácter informativo, considerándolas como una aspiración digna de ser conocida por el Comité ejecutivo del Congreso y por el Gobierno para el estudio de tan importante problema, y dentro de las conclusiones aprobadas en anteriores sesiones.

La PRESIDENCIA hace constar la unánime satisfacción de la Sección por el trabajo presentado y elocuentemente explicado por el señor Vives en nombre de la Cámara de Industria, felicitándose y agradeciendo la colaboración que esta entidad ha prestado al Congreso de Ingeniería.

El Sr. SOUSA da lectura a un escrito haciendo protesta del cariño de los Ingenieros portugueses a los españoles y agradeciendo la afectuosa acogida que éstos le han dispensado en el Congreso que se celebra.

La PRESIDENCIA le devuelve tan atento saludo, agradeciéndole su valiosa cooperación en la labor del Congreso.

El Sr. GOMEZ DE LA TORRE da cuenta de la conferencia celebrada por las partes interesadas en las conclusiones propuestas por la Comisión burgalesa sobre "Los ferrocarriles internacionales y la red peninsular", teniendo la satisfacción de participar que por ambas partes se ha llegado a una avenencia, presentando y leyendo las conclusiones tercera y cuarta, redactadas de común acuerdo, sobre dicho tema, y agradeciendo la confianza en él depositada, como mediador, en tan importante asunto.

El Sr. GARCIA FARIA da cuenta de un trabajo suyo, que a continuación se inserta:

"SOLUCION BREVE Y ECONOMICA PARA EL FERROCARRIL DE LA FRONTERA FRANCESA A ALGECIRAS

Por D. Pedro García Faria, *Ingeniero de Caminos y Arquitecto.*

Sólo a título de ensayo, con carácter particular y haciendo renuncia de todo beneficio que pudiera resultar de mi propuesta, presento una idea, que someto al más ilustrado parecer de los Congresistas, cumpliendo, al desarrollar este tema, el deber que tenemos todos los Ingenieros españoles de ilustrar a la opinión pública y a los Poderes constituídos antes de que éstos se pronuncien en pro de la solución más

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

conveniente para el ferrocarril de la frontera francesa a Algeciras; problema que, por su importancia mundial, por el elevado coste de las obras y por su transcendencia política, económica y estratégica, no debe resolverse sin haber examinado comparativamente los diversos trazados que en esencia compendien las distintas soluciones que pueden darse al proyecto de referencia.

Al ofrecer esta idea, declaro explícitamente que ningún interés particular, ni de empresa, comarca o región, me ha inducido a exponerla; y como es únicamente mía, propia, hago renuncia a la propiedad de ella en absoluto y la ratificaré en favor de la entidad que acepte tal propuesta.

El trazado que puede constituir una solución muy breve y económica para el ferrocarril directo de la frontera francesa a Algeciras consiste en prolongar el ferrocarril transpirenaico Lérida-Saint-Girons, siguiendo la línea señalada en el plano adjunto, o sea la traza que se aproximase a Caspe, Alcañiz, Calanda, Aliaga, Teruel, Motilla del Palancar, La Roda, Bonilla, Baeza (estación), Baena, Lucena, Estepa, Olvera, Grazalema, Jimena, terminando en Algeciras (pudiendo substituir el tramo Lucena-Jimena-Algeciras dicho, por el Lucena-Ardales-Junquera-Gaucín-Algeciras).

Este ferrocarril intercontinental ofrecería la ventaja de ahorrar para el directo el tramo Lérida-Salau, próximo a la frontera, que, de todos modos, debe construirse como transpirenaico.

Así, la construcción se reduciría al trayecto Lérida-Algeciras, o sea tan sólo unos 819 kilómetros.

La línea tendría una longitud total de 819 + 156 = 975 Km., cruzaría por las provincias de Lérida, Huesca, Zaragoza, Teruel, Valencia, Cuenca, Albacete, Jaén, Córdoba, Málaga y Cádiz, o sean once provincias del Norte, Este y Sur de España.

El referido ferrocarril enlazaría directamente con las siguientes líneas y Compañías ferroviarias, todas en explotación, excepto el ferrocarril directo Madrid-Valencia:

Balaguer, con el ferrocarril de Mollerusa a Balaguer.

Lérida, con las líneas de la Compañía del Norte.

Caspe, con la Compañía de M.-Z.-A.

Alcañiz, con el ferrocarril del Estado (La Puebla de Híjar a Alcañiz).

Teruel, con los ferrocarriles Central de Aragón y Ojos Negros a Sagunto.

Motilla del Palancar, con el ferrocarril directo Madrid-Valencia.

La Roda, con la Compañía de M.-Z.-A.

Vilches, con la Compañía de M.-Z.-A.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Baeza (Arquillo), con M.-Z.-A. y Compañía de Andaluces (Sur de España).

Menjíbar, con M.-Z.-A.

Martos, con la Compañía de Andaluces.

Bobadilla, con las Compañías de Andaluces y Bobadilla-Algeciras.

Algeciras, con la Compañía de Bobadilla-Algeciras.

Dificultades de cuantía ha de entrañar este ferrocarril; pero no habrían de ser mayores, en general, como promedio, que las vencidas por los ferrocarriles construídos de Calatayud, Teruel, Valencia y Ojos Negros a Sagunto.

Por razones de discreción y delicadeza prescindiré de todos los datos que constan en los expedientes oficiales, respecto del trazado actualmente en estudio, y me circunscribiré a examinar los publicados en varias ocasiones, y entre otros, en el informe de la Comisión burgalesa y en los folletos del Sr. Valentí de Dorda, y en el de febrero del corriente año (con el seudónimo *XX.*); esto es, tratando lo conocido ya generalmente.

Al efecto, compararé las cifras de recorrido por ambas trazas.

PARIS-MONTALBAN-TOULOUSE

Trazado Lérida - Teruel - Albacete - Bobadilla.

Longitud en kilómetros:

París-Lérida	1.014(1)
Lérida-Algeciras	819
París, por Lérida y Teruel a Algeciras.....	1.833

Trazado París-Burdeos-Hendaya-Madrid.

París-Engrú.....	821
Engrú-Madrid	444(2)
Madrid-Algeciras	640(3)
París, por Engrú y Madrid a Algeciras.....	1.905

(1) Dato tomado de la obra de M. Decomble; de ellos, 156 es la parte Lérida a la frontera.

(2) Pág. 7, folleto *F.-C. París-Algeciras*, XX.

(3) Pág. 19, folleto de la Comisión burgalesa.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

A favor del primer trazado hay un acortamiento en el total de 72 Km.; por otra parte, la longitud en España es de 819 + 156 = 975 Km., en tanto que, en la segunda, la distancia es 444 + 640 = 1.084, o sea, 109 kilómetros menos; y en cuanto a presupuesto, se economizan además los 156 de Lérida al Salau (y mitad del túnel), que, de todos modos, han de construirse como transpirenaico.

Todas estas ventajas resultan aún mayores si nos referimos a Ginebra, capital de la Liga de las Naciones, que se halla mucho más hacia el centro de Europa que París. Por ello, Ginebra debe ser el verdadero término de comparación.

Cierto es que este ferrocarril no pasa por Madrid; pero ello está dentro del concepto del artículo 2.º de la ley, según la cual, se atenderá al acortamiento de la distancia entre los puntos extremos, considerándose, por tanto, como de interés secundario el tráfico local; y, además, con la construcción del Madrid-Valencia, en dos horas se llegaría a la coronada villa.

Es verdad que se nombra a Madrid en el artículo 3.º de la ley, pero es a fin de que se tenga en cuenta el anteproyecto en lo posible y porque nadie, hasta ahora, había propuesto la presente solución, ni otra alguna que mejor atienda al conjunto de las necesidades nacionales.

Dicho se está que, tratándose de un ferrocarril intercontinental, debe éste construirse con ancho de vía centroeuropea; pues esa no debe ser una solución de continuidad en la red ferroviaria mundial.

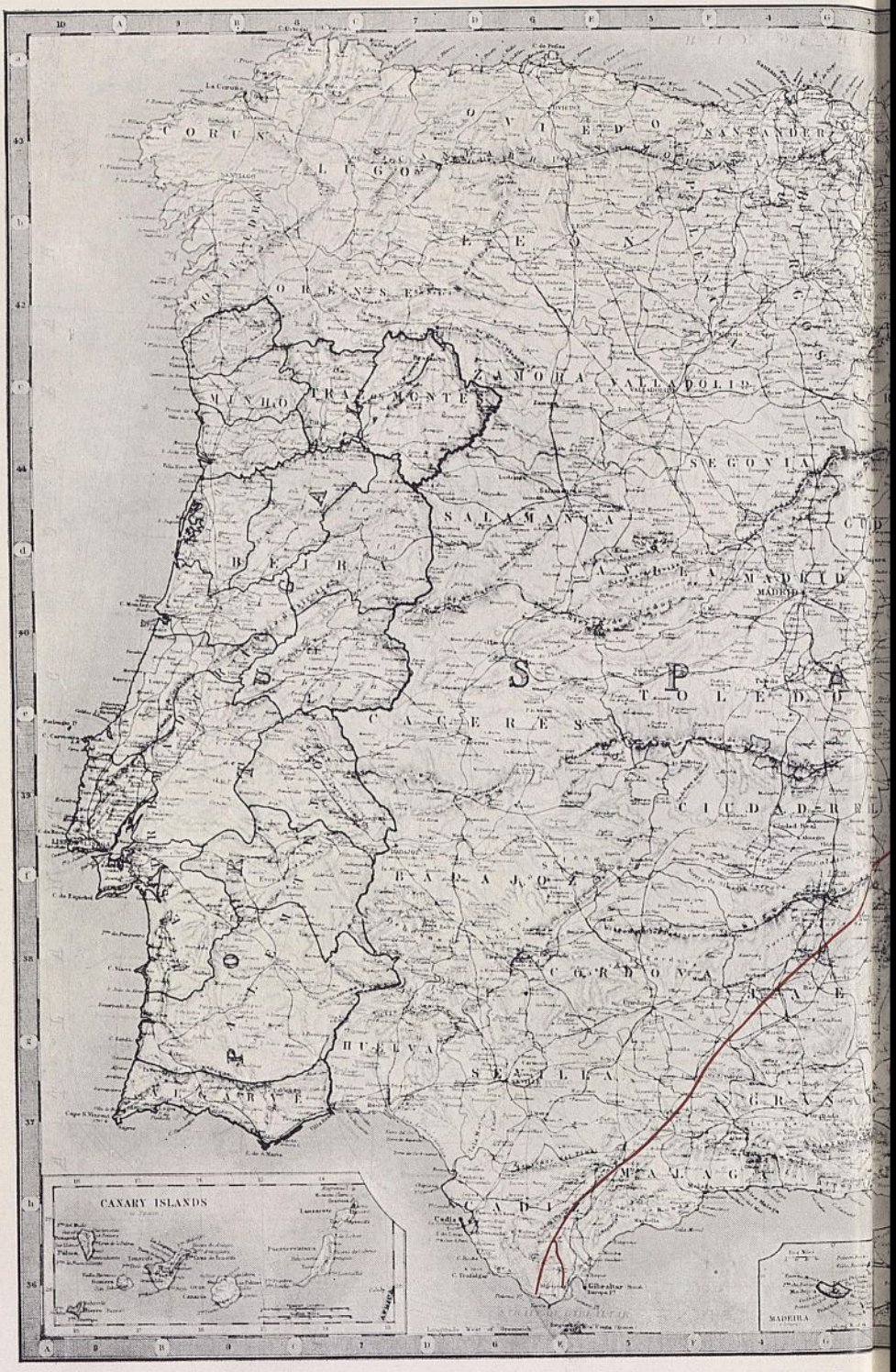
Además, el inconveniente de estrechar la galga actual no es extraordinario ni de coste excepcional, como demostré en una Memoria que elevé a la Dirección general de Obras públicas en el año 1913, si mal no recuerdo, desarrollando la tesis que propuse en 1907 acerca de la necesidad de adoptar el ancho de vía internacional, por observar que la vía férrea une a naciones rivales, como Alemania y Francia, y separa de ésta, en cambio, a España, que ninguna rivalidad quiere ni debe tener respecto de la vecina República.

Estas ideas van abriendo su camino en la masa general española, sobre todo la no dominada por las ideas exclusivistas, mantenidas por los partidarios de los errores de las Empresas ferroviarias, que sustentan la tesis de que a las mismas ha de perjudicar aquella citada reforma, que habría de beneficiarles; y que si en la época transitoria irrogase molestias, gastos y aun pérdidas materiales, todas ellas deberían ser costeadas por el Estado.

Uno de los más eminentes Ingenieros españoles, D. José Bores Romero, en un interesante estudio que vió la luz en el número de la *Revista de Obras Públicas* de 12 de junio del corriente año, ya se mues-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO



FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

tra partidario de que la opinión se oriente hacia la innovación del ancho centroeuropeo en toda la red antigua.

Poco después dió una interesante conferencia acerca de "La gran red de ferrocarriles africanos y necesidad de completar la nuestra con líneas directas" el distinguido Ingeniero D. Enrique Morales (*Revista de Obras Públicas* de junio de 1919), quien condensó explícita y lógicamente su pensamiento en las siguientes frases: "Expuesto lo que digo al tratar de la tendencia a dar continuidad a las líneas, tanto terrestres como a las marítimas, parece lo procedente dar a ésta el ancho europeo, puesto que de este ancho son las líneas que el nuevo ferrocarril enlaza, tanto las francesas como las de Africa. Si a razones de alta política que pueda haber se agregara la promesa formal de Francia de establecer a través de España, sin intento de competencia, el tráfico desde aquel país al norte de Africa, acaso fueran tales los beneficios asegurados, que quedaran justificados y compensados los gastos de transformación de nuestro ancho de vía." Y por ello estableció en la tercera de sus conclusiones que "... La línea habrá de ser recorrida por trenes intercontinentales a gran velocidad."

Entre los hombres políticos va cundiendo la propia idea. El insigne D. Antonio Maura, tratando del problema en general para España, dijo en 10 de junio de 1917, en la sesión de apertura del Congreso de Economía Nacional: "Con respecto al trazado de la red y a los anchos de vía, se han de hermanar los miramientos técnicos y los políticos"; cosa que no habría dicho si se tratara de continuar nuestro lamentable *statu quo*. Mucho más explícito fué el ilustre Ministro de Fomento del Gabinete Nacional D. Francisco Cambó, quien, con motivo de la apertura al servicio público del primer trayecto del ferrocarril transpirenaico de Axles Thermes a Ripoll, se expresó así: "No queremos la solución bastarda de adoptar el ancho de vía europea en los ferrocarriles transpirenaicos, lo cual sería llevar la frontera ferroviaria hasta Barcelona y Zaragoza, sino en todas las vías de la red española. España se halla en plena ascensión, en pleno renacimiento. España ha de ser la cabeza de puente que una a Europa con el Africa occidental y con América. Para ello, nuestro país tiene necesidad absoluta de adoptar la anchura de sus vías a la internacional, y lo hará."

Tuve la honra de ser el primero que propuso estas ideas en 1907, y me satisface que el país vaya comprendiendo que lo más eficaz para deshacer el grave error en que la Península Ibérica incurrió al admitir una vía distinta a la adoptada por todas las naciones europeas, excepto Rusia, es ir decididamente a la adopción de la galga internacional, que evitará los enormes perjuicios que en tiempo y en dinero se irrogan a España por los transbordos, por las mermas en cantidad y calidad de

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

los objetos porteados, así como por la imposibilidad de competir con Italia y otras naciones para el transporte de los llamados *primeurs,* flores y otros artículos.

Entre otro de los procedimientos que podría adoptarse en muchos casos para que fuera menos sensible a la economía nacional el período transitorio o de transformación, paréceme muy digno de tomarse en consideración el de establecer una segunda vía que se explotará como vía sencilla durante aquel período de estrechamiento, el cual puede ser muy breve, como lo demuestra el hecho de que a las tres semanas de tomada Varsovia por los alemanes (durante la última guerra), llegaran a ella los trenes sobre vía internacional en líneas antes de 1,67 m.

Muy elocuente y decisivo es el voto de la Asamblea Nacional de Ferrocarriles de Madrid, que se pronunció en pro de la adopción del ancho de vía europea.

Además, con razón expone las siguientes consideraciones mi distinguido compañero Sr. Valentí de Dorda en la página 23 de su folleto acerca del "Ferrocarril directo Madrid-Francia":

"Este es el momento de acometer la obra del cambio del ancho de nuestra red: mañana que ésta haya aumentado, pese a todas las trabas puestas por las actuales Compañías ferroviarias y demás intereses encontrados, el importe de esa obra sería doble o triple de lo que pueda ser hoy, y medio millar, o un millar de millones gastados ahora oportunamente, pueden ahorrarnos dos o tres mil millones derramados dentro de algunos años y un período de estancamiento de la vida nacional, con enormes perjuicios de toda índole, imposibles de calcular económicamente."

También está en lo cierto cuando dice (pág. 21): "Necesitamos aumentar nuestra red, construir líneas nuevas, y el Estado debe estimar como política funesta la de emplear el Erario público en la adquisición de líneas férreas particulares (creo que debe referirse sólo al caso del ferrocarril directo), cuyo aprovechamiento, generalmente, no resuelve el problema de las necesidades ferroviarias de la Nación, cuando la construcción de nuevas líneas, que aumentan la riqueza nacional *atravesando regiones abandonadas y poniendo en circulación energías hoy dormidas,* es lo que el desarrollo de las actividades del país *reclama.*" Esta opinión puede aplicarse como decisiva en favor del trazado que propongo, y que por no venir apoyada por intereses creados, exige que se la atienda debidamente.

Basta examinar el mapa de España para ver lo desamparadas que están, en cuanto a ferrovías, las regiones centrales del Este ibérico, al extremo de constituir una inmensa laguna en la red las provincias de Lérida, Teruel, Cuenca, Albacete y Jaén. La aglomeración de tráfico

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

en Madrid produce confusión y perjuicios tan graves, que son insuficientes para evitarlos las estaciones de distribución y las líneas de circunvalación, en tanto que la vida falta en regiones importantísimas de España, merecedoras de que en ellas se fomente la riqueza nacional.

CONCLUSIONES

PRIMERA. No debe adoptarse resolución alguna definitiva acerca del ferrocarril de la Frontera francesa a Algeciras sin examinar éste y los diversos trazados que puedan presentarse y compararlos en sus aspectos técnico y económico.

SEGUNDA. La comparación de distancias hasta Algeciras debe hacerse, no sólo partiendo de París, sino más bien de Ginebra, capital de la Liga de las Naciones y más centrada que aquélla respecto del continente europeo.

TERCERA. En la posibilidad de que pudiera el Gobierno de Su Majestad dar la preferencia al trazado que pase por las proximidades de Lérida, Teruel, Albacete, Baeza y Bobadilla, debería adoptarse ya la vía centroeuropea en el transpirenaico Lérida-Saint-Girons."

La PRESIDENCIA advierte que este trabajo no tiene carácter de ponencia, y hace constar la satisfacción y agrado con que ha sido oído por la Sección.

El Sr. GRINDA manifiesta que, al unir su aplauso al de la Sección por la labor del Sr. García Faria, se haga constar en el acta su protesta contra la tercera de las conclusiones de este trabajo, referente a la adopción del ancho de vía, que envuelve la solución de un problema de gran transcendencia, en el cual, por no estimar aquélla conveniente al interés de la Nación, está en completo desacuerdo con el Sr. García Faria.

El Sr. PRESIDENTE, en vista de lo avanzado de la hora, levanta la sesión y anuncia que continuará a las cuatro de la tarde para tratar de los asuntos pendientes.

* * *

Reanudada la sesión a las cuatro y cuarto de la tarde, el Sr. SANTA CRUZ da lectura a una Memoria que ha suscripto en unión del señor García Faria, cuyo trabajo dice así:

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

"MODIFICACIONES QUE DEBEN INTRODUCIRSE PARA LA MEJOR CONSERVACION DE LAS CARRETERAS

Por D. Pedro García Faria y D. Juan J. Santa Cruz.

En el constante solicitar de España, reclamando incesantes mejoras, en pocos puntos podrá reconocerse mayor razón que en el que se refiere al pésimo estado de sus carreteras.

Faltas de firme al que se atiende con insuficientes recargos, logrados sólo cuando el daño llega al escándalo, o cuando la influencia política permite atender a las peticiones de la región, sin coronaciones sus obras y rotos sus postes indicadores por el vandalismo, no corregido, de los que por ella transitan, arada más que surcada por rodadas que llegan a la explanación, sujeta a los caprichos o a los excesos del carretero, que no obedece más que a las imperiosas razones de la Guardia civil y se ríe de denuncias, que sabe bien cómo eludir en la política de campanario, y atendidas por peones, en su mayoría viejos e impedidos, que en los casos mejores limpian pausadamente las cunetas, quizá pensando que lo peor que les pudiera ocurrir fuera la implantación obligatoria de la jornada de ocho horas efectivas, es lo cierto que el daño es tan evidente, que ante la contemplación de todos, cae el descrédito, no contra determinados individuos, sino como vergüenza colectiva del Cuerpo de Ingenieros de Caminos.

Es en balde que en partes oficiales, que no transcienden al público, tratemos de justificarnos, para todos, que no ven sino apariencias aplastantes contra nuestra competencia y, acaso, contra nuestra honorabilidad; la culpa es nuestra, y este criterio cristalizó en un intento de dar al Cuerpo de Caminos fiscalizaciones ajenas a su Instituto; intento que por nuestra suerte, no pasó de serlo.

Pero como esto puede repetirse, y como la voz pública va limando a nuestra gestión el apoyo que siempre es necesario a cualquiera colectividad, es preciso que se vean las causas que impiden la buena conservación de las carreteras y tratar de alguna manera de remediarlas, proponiendo como conclusión estas que se someten a la deliberación del Congreso, o las que éste acuerde modificándolas.

A nuestro juicio, las causas determinantes del mal estado de las carreteras son: 1.º Falta de crédito.—2.º Mala inversión de ellos por las trabas que ofrece la ley de Contabilidad.—3.º Tránsito destructor de las carreteras por las reatas, la estrechez de las llantas y el carro de dos ruedas.—4.º Mala organización del Cuerpo de camineros, en que per-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

duran los viejos y los inútiles.—Y 5.º Falta de autoridad para corregir las faltas en las carreteras por tropezarse con el caciquismo rural.

La falta de créditos no creemos necesite justificación; las cantidades consignadas en los presupuestos del Estado son totalmente insuficientes, y todavía se encarga la organización actual de hacer repartimientos en que quedan grandes disponibilidades para el favor; los sueldos de capataces y camineros representan partidas importantes, cuyo coeficiente de aprovechamiento es bien escaso, y las partidas para conservación extraordinarias representan la lluvia benéfica con que el partido en el Poder satisface, a veces con perniciosa abundancia, los deseos de los más influyentes. Pero la carretera sin padrinos, la vía abandonada a sus recursos, cuenta en la realidad con un crédito irrisorio para su conservación ordinaria, y en espera de un presupuesto extraordinario, que nunca llega, destrózase la calzada que, a veces, no cuenta con más de 200 pesetas de anualidad por kilómetro.

Es urgente que se asignen dotaciones medias de 600 a 1.000 pesetas por año y kilómetro, si queremos que las vías españolas puedan ser transitables.

Pero, además, la escasa consignación, o las providenciales conservaciones extraordinarias, se han de invertir con arreglo a los principios inquebrantables de esa ley funesta de Contabilidad, causa y origen de inmoralidades y faltas administrativas, rémora para cualquier servicio bien intencionado.

Llueva a mantas o agoste la sequía, suban o bajen los jornales, los créditos han de invertirse en plazos fatales, a cuyo final, si no se han invertido totalmente, han de ser reintegrados los remanentes sin justificar, y, fatalmente, en final de ejercicio, no ha de quedar un solo céntimo en las Cajas de las Jefaturas, que, exhaustas, deben permanecer hasta los primeros libramientos, que nunca pueden hacerse efectivos, en los dos primeros meses del año.

Después, vienen los créditos extraordinarios consignados expresamente para determinados kilómetros, enviados atropelladamente, y con los que nunca se puede contar, y el Ingeniero-Jefe de Obras públicas, con recursos escasos y mermados, sujeto a férreas prescripciones, alejadas de la realidad, debe pensar con amargura que acaso fuera una solución que la contabilidad marchase por un lado y la realidad por otro, aun cuando esto fuera abrir brecha a posibles inmoralidades y a dudas sobre el funcionamiento de la oficina, escollos fácilmente evitables dando a las Jefaturas las facultades que para su contabilidad disfrutan las Juntas de Obras de puertos.

El tránsito actual es, además, profundamente destructor: el carro de tres a ocho toneladas, sobre un eje de dos ruedas, cuyas llantas lle-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

gan a veces a no tener más de cinco centímetros de ancho, con reata de siete u ocho mulas, es el mejor artefacto que puede soñarse para destrozar una calzada. Los cilindros mayores de que disponen las Jefaturas, los de 20 toneladas, dan una presión sobre el firme inferior a la de un carro de dos toneladas. La mula de varas y la reata, al andar, imprimen al carro un movimiento oscilante, combinado con el de rodadura que desgrega el firme, y la rueda estrecha, al frenar, es un cuchillo que crea, más que una rodada, un surco. En ningún país se ven estos artefactos; y un prudente régimen fiscal, imponiendo contribuciones crecientes sobre el carro de dos ruedas, sobre la disminución de anchura en las llantas y sobre las reatas, podría lograr, en un plazo quizá breve, la transformación del tráfico sin acudir a medidas radicales, cuya violencia es una defensa contra su aplicación.

El caminero es, seguramente, uno de los defectos mayores de la carretera.

Con el puesto debido a un padrino influyente, que, además, le ha logrado, en general, que le asignen los kilómetros en que trabaja, creyendo que ha recibido, no un empleo para sus actividades, sino un premio por los servicios que prestó a su padrino, lejos de toda vigilancia directa, hoy día, con un reglamento con el que sabe que su cesantía se ha de decretar por los mismos que por influencia le colocaron, el caminero, apto para el trabajo, lo escatima, lo reduce, y únicamente ante la amenaza del traslado, única solución práctica, realiza de mala gana la labor que se le encomienda.

Hablo del caminero de tipo medio: hay excepciones honrosas que nunca ensalzaremos bastante.

Pero al llegar a una edad en que faltan las energías, cuando los años o las dolencias imposibilitan todo trabajo, queda el caminero asilado en su casilla, cobrando un jornal que es una obra de caridad, y contra lo cual no cabe más que la crueldad, que no creo haya cometido ningún Ingeniero, de arrojarlo como residuo inútil a los rigores de la mendicidad.

Y, como reverso, vemos que el viandante y el carretero no respetan al caminero; que los Alcaldes no hacen caso de sus denuncias; que ante su presencia se destrozan las obras de fábrica, y que es inútil para la vigilancia y poco útil para el trabajo; su jornal grava en forma desconsiderada nuestro actual presupuesto de carreteras.

Es necesario transformarle, darle mayor autoridad, sacarle mayor rendimiento y que pueda en su vejez obtener un poco de pan, no de la consideración caritativa de sus jefes, sino de la justa remuneración de la Administración.

Y para acabar estos breves apuntes que sometemos a la considera-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

ción del Congreso y a la de los Ingenieros de Caminos, no creemos sea necesario insistir en la autoridad nula de que disponemos sobre la carretera. Los que la cruzan creen un juego distraído cortar el arbolado, destruir las coronaciones y apedrear los postes indicadores; el carretero mete su vehículo por el paseo, y si cae en la cuneta, abre una rampa que nunca cuida de hacer desaparecer. La piedra que pone para que no ceje el carro queda en la explanación, y para nada le preocupan los inconvenientes que su conducta puede acarrear al que detrás de él circule; el mecánico del automóvil, que suele unir a la insolencia del lacayo de casa grande la impertinencia del que cree saber mucho, destroza paseos y cunetas, valido de la influencia de su señor; y la carretera, huérfana de autoridad, presenta siempre las características de un algo que todos tratan de destruir. La denuncia del peón se desatiende, y sólo prospera contra desgraciados sin valimiento, y hasta su presencia suele servir para burla, ya que, no disponiendo de medios coercitivos, no puede hacer valer una autoridad que en medio del campo sólo sabe sostener incólume la Guardia civil.

Es preciso acabar con este estado de cosas; es necesario que la autoridad de los Ingenieros de Caminos sea en las carreteras análoga a la que tienen nuestros compañeros de Montes en los del Estado; es preciso que el caminero sea guarda con autoridad plena, y que el caciquismo de campanario o de Corte no se interpongan entre las faltas a la policía de carreteras y su sanción por los encargados de cuidarlas."

Después de una detenida discusión, en la que intervienen los señores SANTA CRUZ, FARIA, BARRIOS y AZAROLA, son aprobadas las cuatro conclusiones que comprende esta Memoria, a las que se adiciona otra a propuesta del Sr. Barrios, que es también aprobada, relativa a la reglamentación del ancho de las llantas y a todo lo referente a la circulación por las carreteras.

El Sr. GARCIA FARIA lee un extracto de la Memoria presentada por el Sr. BORES ROMERO, cuyo contenido es el siguiente:

"ORIENTACIONES SOBRE LA CONCESION Y TRIBUTACION DE LOS SALTOS DE AGUA

Por D. José Bores y Romero, *Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.*

Vienen al debate en estos últimos tiempos varias cuestiones relacionadas con las concesiones de aguas públicas para usos industriales, o sea relativas a la que aun puede llamarse "novísima" industria hidroeléctrica, cuyas instalaciones, en España, ascienden a unos 300 ó

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

350.000 kilovatios, efectuadas casi íntegramente en lo que va de siglo actual. Descontando estos años de la guerra, en los que estuvieron poco menos que paralizadas, y los primeros en los que la técnica conocida no permitía aún grandes progresos, resulta que podemos vanagloriarnos de haber realizado tal esfuerzo en una docena de años, aun cuando hayamos sido ayudados por valiosos elementos y material extranjeros. Hubo necesidad de adaptar, por consiguiente, a necesidades nuevas e imprevistas los preceptos de las leyes de Aguas y de Obras públicas, así como quedaron peticionarios, concesionarios y Empresas de tales aprovechamientos sujetos a las normas más o menos corrientes de los impuestos fiscales que gravan manifestaciones análogas de la actividad industrial o comercial. Pero a medida que se ha ido ensanchando el campo de estas instalaciones, siendo mayores cada vez la cantidad de las construídas y proyectadas, y la importancia de las aplicaciones de toda clase de la energía producida, han surgido, como es corriente y ordinario, de un lado, la envidia o suspicacia de cuantos, abultando la prosperidad ajena, quisieran que nadie obtuviese provecho alguno de sus trabajos, iniciativas, ni aun de sus capitales; de otro, las maniobras de elementos que sueñan con monopolios exclusivos de la energía hidroeléctrica, y, por último, se presenta el fantasma del Estado, que para cubrir sus necesidades, no siempre justificadas, quisiera para sí todo producto del trabajo y del capital, aun a riesgo de obtener el resultado de la fábula de los huevos de oro, y, en definitiva, haciendo lo que se llama desnudar a un santo para vestir a otro, aunque a última hora queden todos iguales. A esto hay que agregar el desconocimiento que, no sólo entre el vulgo, sino aun entre gentes que pasan por ilustradas, existe de todo lo relativo a la economía nacional, y se comprenderá perfectamente la oportunidad con que el Instituto de Ingenieros civiles ha señalado estas cuestiones como dignas de figurar entre los temas de que habrá de ocuparse el Congreso Nacional de Ingeniería.

Las concesiones de aguas públicas se vienen otorgando, como es sabido, a perpetuidad, a título gratuito, y no satisfaciendo impuesto industrial hasta después de puestas en explotación. ¿Deben continuar estas normas, o, por el contrario, establecer otras reformadas o contrarias de aquéllas?

* * *

Como es sabido, los aprovechamientos hidráulicos de carácter industrial, o sea con destino a la producción de fuerza motriz, son usados y conocidos desde los tiempos más remotos, y su instalación ha ido perfeccionándose desde los rudimentarios y modestos rodetes árabes, que, con poca caída y gran cantidad de agua, sólo eran susceptibles de

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

dar media docena de caballos, hasta las modernas potentísimas turbinas, capaces de desarrollar varios miles de dichas unidades; y por otra parte, el campo de utilización de la energía producida, en vez de limitarse a los alrededores del receptor hidráulico, se ha ensanchado y se ensancha cada vez más hasta centenares de kilómetros de distancia del mismo receptor.

Las consecuencias naturales de estos hechos han sido varias, y, entre ellas, la más pertinente para nuestro actual estudio ha sido la siguiente: Antes, el industrial que necesitaba para su fabricación energía hidráulica tenía que comprar, alquilar o construir un salto suficiente para su objeto; y allí donde lo encontrase, en el mismo sitio había de montar su establecimiento fabril. Pero después, cuando ya fué cada vez más posible y más económico construir unidades receptoras de mayor potencia cada vez, y pudiendo ser distribuída con amplia libertad dentro de grandes radios, surgió automáticamente una división del trabajo: la producción, transporte y distribución de la energía obtenida de los saltos de agua se constituyó en industria separada, para suministrar la misma energía a los industriales, corporaciones o entidades cualesquiera, con arreglo a tarifas y condiciones determinadas. De este modo pudieron construirse, y se siguen construyendo, grandes saltos, abaratando el precio por unidad de la fuerza producida: pueden conciliarse las necesidades de los distintos consumidores, que precisan la fuerza a diversas horas y condiciones unos que otros, siendo esta otra causa que permite el abaratamiento del caballo. El industrial, corporación o consumidor de cualquier clase no tiene así necesidad de invertir capitales en captación o fabricación de energía, y puede además montar su industria en el sitio que más le acomode por todos conceptos.

Pero a su vez, surgieron otras necesidades que, también automáticamente, subdividieron la industria hidroeléctrica. Las Empresas constructoras y concesionarias de saltos y líneas de transporte de la energía no pueden de ninguna manera constituirse sino posteriormente a la concesión administrativa que sirve de base forzosa a los estudios técnicos y económicos que han de preceder ineludiblemente al financeamiento de tales negocios, y que son a su vez base de la fijación del capital, su modo de emisión, garantías de confianza que deben exponerse a los suscriptores, cálculos de gastos y rendimientos, etcétera. De aquí vino la necesidad imprescindible de organismos o personalidades que previamente hagan todos los trabajos de investigación, estudios, proyectos, arreglos con otros interesados, trámites administrativos, opciones de consumo de energía y gestiones cerca de los elementos financieros capaces de tomar la dirección en lo que respecta a la reunión de los capitales.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Por la fuerza misma de las cosas, nació, por tanto, esa clase de técnicos e industriales llamados *peticionarios* y *concesionarios,* los que, una vez que han allanado todas las dificultades de concesión, terrenos, financieras, etcétera, traspasan sus derechos a la Empresa que se forme al efecto para construir y explotar el salto, dentro de los términos y condiciones señalados por la Administración.

Aparece, por consiguiente, perfectamente marcada la división del trabajo a que se ha llegado espontáneamente en la industria hidroeléctrica, sin necesidad de que lo disponga ninguna Real orden, sino por la fuerza misma de las cosas: 1.° Prospectores, iniciadores o preparadores de los negocios (investigaciones, proyectos, concesión, estudios económicos).—2.° Financieros que dirigen la aportación de capitales.—3.° Empresas constructoras y explotadoras.—4.° Entidades consumidoras.

Dibújase ahora, aunque sin tomar aún formas decisivas, una subdivisión más: la creación de Empresas u organismos de transporte de energía eléctrica o de su distribución, independientes de los productores del flúido.

Claro está, pues, que resulta evidenciado que, en esto de la industria hidroeléctrica, como en todas, triunfa una vez más, sin que sea posible contrarrestarlo de ninguna manera, el principio universal económico de la división del trabajo para obtener el máximo rendimiento con el mínimo y más adecuado esfuerzo.

A todo esto, ¿qué hace el Estado, qué da y qué obtiene?

El Estado ha intervenido hasta ahora en la industria hidroeléctrica sólo para censurar los proyectos, hechos siempre por particulares, autorizar las concesiones solicitadas, inspeccionar la construcción y explotación de las instalaciones, y aplicar las sanciones a que se hagan acreedores Empresas y concesionarios en caso de inobservancia de las cláusulas impuestas o de las leyes generales. Una labor, en suma, de dueño eminente del aprovechamiento, siéndole pagados sus gastos en dichas operaciones por el concesionario, que también ha de remunerar con cierta largueza a los funcionarios interventores, además de indemnizarlos de sus desembolsos.

El Estado nunca se preocupó, ni se preocupa, de adoptar ninguna medida que facilitara el progreso hidroeléctrico, ni en dar ayuda ni auxilio alguno a promotores ni Empresas, ni en tomar la más pequeña iniciativa en el asunto, ni siquiera en facilitar datos suficientes de aforos, estadísticos, geodésicos ni topográficos, ni en publicar siquiera una ley práctica de Expropiación. Y lo peor de todo, lo más abrumador, lo que más dificulta la construcción, explotación y hasta la utilización de los aprovechamientos es la escasez de nuestras vías de comunicación.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Asustaría conocer las enormes sumas invertidas en transportes por las Sociedades concesionarias durante la construcción de las obras e instalaciones, y de lo que en muchas fábricas y explotaciones se recarga la unidad de obra obtenida por el mismo motivo.

De modo que, desde el momento en que se solicita del Estado la concesión de un aprovechamiento, empieza aquél a percibir impuestos por todos los actos que realiza, primero, el peticionario; después, el concesionario, y, en último extremo, la Sociedad constituída al efecto, así como por todas las utilidades que obtiene el concesionario al traspasar sus derechos, la Sociedad, al constituirse, y todos los empleados, proveedores y contratistas, al cobrar sus sueldos, facturas y certificaciones. Igualmente, el concesionario o la Empresa han de satisfacer otros derechos, de Aduanas, de puertos, de transportes.

Autorizada la explotación del aprovechamiento, entra el Estado en el disfrute y ejercicio de su facultad discrecional de gravar la riqueza creada, lo mismo por el salto en sí mismo, como considerando las diversas industrias a las que suministra fuerza, luz o calor. El Estado francés estima que, con sus impuestos actuales, cada caballo hidráulico instalado representa para él, por razón de los impuestos que percibe, exclusivamente, del aprovechamiento, la renta de un capital de *500* francos; esto es, que cada HP. instalado aumenta en 500 francos la fortuna nacional, sin contar ni los aumentos de contribución por las industrias subordinadas, y sin dar valor alguno a la enorme serie de ventajas que las instalaciones hidroeléctricas llevan consigo en todos los órdenes de la vida de un país; y suponiendo que la Empresa concesionaria gasta otros *500* francos en construir cada HP. en su parte meramente hidráulica, podrá sentarse con bastante aproximación el siguiente principio: "Cada HP. instalado acrece gratuita y automáticamente la fortuna nacional en una cantidad igual a la invertida onerosamente por la Empresa concesionaria en construirlo, sin que el Estado haya tenido necesidad de imponerse para ello ningún sacrificio ni de hacer absolutamente nada." Esto es, el Estado da en aprovechamientos otro golpe aún mejor que el que antes hizo en ferrocarriles, que consiste en sacar anualmente el 15 por 100 de impuestos directos al capital que invirtió, para, además, recuperarlo al final de las concesiones sextuplicado.

El Gobierno, pues, asiste a esto de los aprovechamientos como un espectador que, en vez de pagar, cobre, que sólo censure y nunca aplauda, que puede imponer cuando quiere su voluntad y hasta resultar cualquier día sin pagar nada al dueño del teatro; y, después de esto, todavía hay quien pretende darle mayores atribuciones, facultarlo para

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

nuevas exacciones y para reducir las pocas ventajas que aun conservan estas concesiones hidráulicoindustriales.

Por otra parte, aun cuando el Estado no recaudara todo lo que representan los impuestos enumerados, aunque no resultara tan beneficiado en su capital activo como hemos demostrado, ¿no deberían bastarle las repercusiones que en la riqueza pública se producen al contar la Industria y la Agricultura con disponibilidades de fuerza abundante y barata? ¿Puede darse mayor elemento de prosperidad para un país, para su bienestar y progreso en todos los órdenes? Pero el Estado ha de tener en cuenta otra consideración importantísima: tenemos hoy en España unos 300 a 350.000 kilovatios hidráulicos instalados, que pueden representar al año unos 2.000 millones de kilovatios-hora ó 2.700 millones de HP.-hora, que representaría al año, cuando menos, tres millones de toneladas de carbón, evaluando por lo bajo, y en los cinco años de guerra, unos 15 millones, cuyo precio exorbitante ha llegado a 200, 300 ó más pesetas por tonelada. De no haber tenido funcionando los aprovechamientos, de donde habrían salido esas cantidades tan enormes de carbón y de dinero, ¿cómo hubiera podido el Gobierno resolver los gravísimos conflictos que se habrían presentado?

Gratitud enorme debe la Nación a cuantos, altos y bajos, cada uno en su esfera, han contribuido al progreso hidroeléctrico, evitando tan pavorosísimos conflictos, y todo ello no hace más que poner de manifiesto lo que hemos de demostrar aún más cumplidamente: que, en materia hidroeléctrica, no puede, ni debe, ni es lícito tener, otro punto de vista ni otro ideal que el de su progreso e intensificación a todo trance.

El Estado da, sin embargo, algo: las aguas y terrenos de dominio público, que se reducen a los precisos para situar presas y puentes o sifones en los ríos o barrancos, y, a lo sumo, y raramente, para la central o casa de máquinas en la margen del río de que se trate. Las aguas concedidas no pueden evidentemente tener otra aplicación en la generalidad de los casos: los terrenos nada valen. ¿Y qué representa todo eso al lado de los capitales que debe invertir el concesionario, ni aun de los provechos que ya hemos señalado del propio Estado?

* * *

Fué publicada en 3 de marzo de 1917 una ley, fecha del día anterior, llamada de Protección a las industrias, entre las que se incluía, como pudiendo ser auxiliada, los saltos de agua de 1.000 HP. de potencia media en adelante. Los auxilios pueden consistir en rebaja o facilidad en el pago de los impuestos de constitución de las Empresas, en

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

adelanto de fondos o en una garantía de interés al capital invertido. Ninguna de estas tres formas de auxilio ha tenido hasta ahora influencia apreciable en el desarrollo de nuestra industria hidroeléctrica, por las complicaciones de un tradicional expedienteo y por ser el ministerio de Hacienda el encargado de la aplicación de la misma ley. Con las tarifas actuales de Timbre y Derechos reales, una Empresa de 10 millones de capital satisfaría, al constituírse, unas 85.000 pesetas por tales conceptos, más el impuesto anual de negociación de las acciones. *En lugar de esto, el Gobierno francés adelanta a los concesionarios, con toda clase de facilidades, el 75 por 100 de los presupuestos, y el Gobierno italiano los subvenciona durante los diez primeros años de explotación con 50 liras anuales por HP. Así, en Francia se han construído durante la guerra 700.000 HP. sobre los 800.000 antes existentes, y hay dedicados 650.000 HP. a electroquímica y electrometalurgia. Así, se hace progreso y patria, y no con las ideas rancias y mezquinas que predominan entre nosotros.*

* * *

Hemos expuesto claramente cómo desde el día que se presenta un proyecto de aprovechamiento hasta aquel en que se inaugura la explotación, el Estado percibe los impuestos de Timbre, Derechos reales y Utilidades, con arreglo a las altas tarifas que tiene establecidas. Pero ahora hay quien presenta este primer problema: La concesión, ¿debe ser gratuita u onerosa?; esto es, ¿debe pagarse además un precio por ella?

Cuando el peticionario llega a tener en sus manos la orden firme de concesión, ha necesitado invertir capitales, trabajo, inteligencia, aptitudes; ha tenido que solventar dificultades nacidas de intereses creados, y de la propia Administración, de modo que, hasta entonces, todo lo ha puesto el peticionario. En cambio, ¿qué le da el Estado? El Estado le da el derecho de utilizar aguas, con la precisa condición de devolverlas íntegras y de igual grado de pureza; le da terreno para construir la presa y, a veces, la central receptora; le da el derecho de imponer servidumbres sobre terrenos particulares. ¿Y en qué condiciones le da todo eso? Obligando a invertir capitales cuantiosos en las obras dentro de un plazo determinado, bajo la pena de rescisión en caso contrario. Bastante quehacer tiene ya sobre sí el pobre concesionario; y si a esto se agrega que pagase un precio por la concesión, mucho nos tememos que, antes de someterse a tal exacción, todos o casi todos renunciarán a buscar, estudiar y conseguir concesiones. ¿Qué pasaría con la desaparición de los actuales concesionarios, que, dicho sea sin ambages ni

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

rodeos y en castellano claro, es de lo que se trata con esto de este impuesto, aunque muchos de los patrocinadores de esto no se den cuenta? *Que unas cuantas Empresas poderosas se apoderarían de todas las concesiones para construirlas en provecho propio, cuando les diere la gana; y que aquel que quisiera montar una industria especial, o de una de fuerza o de luz, tendrá que renunciar generosamente a ello.*

Esto no podría ser. Nosotros, Ingenieros y hombres de trabajo, no podemos, ni debemos, consentir que se nos cierren todas nuestras iniciativas y se nos impida obtener todo lucro legítimo de la actividad y de la inteligencia, puestas además, en este caso, al servicio de la economía nacional. Ya sabemos el argumento que esgrimen los sostenedores de tales teorías: que los concesionarios conservan sus *concesiones* sólo para estorbar: ¡como si no fuera su primer interés el colocarlas, y como si eso de construir saltos fuese una cosa sencilla! Requiere grandes capitales construir obras difíciles, instalar maquinaria pesadísima, no adquirible en España; en suma, vencer una serie de dificultades enormes; y a todo esto, luchar con la falta de caminos, y de estadísticas, y con el despoblamiento de las comarcas. Los que buscan el monopolio de un modo vergonzante no se contentan con este golpe: quieren que, además, se imponga a los saltos un tributo anual desde el día de su concesión hasta aquel de la apertura a la explotación.

La concesión a título oneroso, encima de percibir el Estado los impuestos generales, no puede tener más que un significado: el Estado quiere cobrar por su derecho eminente sobre las aguas y terrenos públicos, cuyo uso concede, de modo sujeto a múltiples contingencias para el favorecido. No podrá, pues, el Estado, para tal tributo previo, invocar cesión de aguas o de terrenos, sino sólo el derecho que otorga de utilizar unas y otros si realizara el concesionario las obras y las explotare dentro de las condiciones que en cada caso se señalan. Es muy distinto este caso del de una concesión minera, que constituye una propiedad plena y perpetua, sin más obligación que el pago del canon anual, pero sin venir sujeto el minero a ningún otro gasto, trabajo, ni responsabilidad; y, por otra parte, para obtener las concesiones mineras no hacen falta proyectos técnicos de ninguna clase, ni estudios ni exploraciones, ni necesitan trabajo de ninguna clase para mantenerlas vivas. Al abrirse a la explotación el aprovechamiento hidráulico es cuando realmente queda hecha y sancionada la utilización de las aguas públicas y la ocupación de terrenos; entonces es cuando el dominio eminente que el Estado invocaría para este impuesto tiene efectividad y permanencia; hasta entonces ha sido meramente una promesa, y desde ese momento es cuando el Estado pudiera invocar sus títulos para participar, mediante un impuesto especial en el capital de la instalación, como

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

una especie de aporte a la empresa industrial. Pero imponer en un principio gravamen de esta clase a un concesionario sería impracticable: si al concesionario no le es lícito, dentro del Código, levantar capitales de crédito antes de obtener su concesión; si necesita de resarcirse de sus gastos y trabajos aportándolos a una entidad financiera y constructora superior; si ha de continuar gastando y trabajando hasta que el negocio se encuentre en plena marcha, ¿cómo es posible que pueda disponer de los capitales supletorios para pagar la concesión? ¿Y cómo habrá de ser justo que, pagada la concesión, quedara el interesado sujeto en la misma forma a la serie actual de rigorismos administrativos? La concesión a título oneroso sólo sería aceptada por aquellas Empresas ya constituídas orientadas al monopolio de la industria, y provocaría, sin duda alguna, notable estancamiento en el progreso de aquélla.

En cuanto al impuesto anual anterior a la apertura de la explotación, no vemos por ninguna parte qué fundamento fiscal, jurídico o económico pueda invocarse para imponerlo. El Gobierno concede ciertos plazos para construir un aprovechamiento; cuando los concede, hay que admitir forzosamente que están justificados y que son necesarios; durante estos plazos, las Empresas han de gastar capitales cuantiosos, que pueden revertir al Estado en casos de caducidad. ¿Qué más se les puede ni debe exigir? ¿Es que las demás manifestaciones de la riqueza o del trabajo contribuyen jamás antes de estar en producción?

Pudiera objetarse que tal impuesto fuera un acicate para que los concesionarios o las Empresas activaran la construcción de los saltos. Cuando el Estado ponga a disposición de todos mapas del territorio y datos estadísticos suficientes; cuando construya las innúmeras vías de comunicación que faltan; cuando estimule la fabricación en el país de la maquinaria hidráulica y eléctrica; cuando contenga la emigración de brazos útiles; cuando dicte una ley que permita expropiar pronto y bien incluso los artefactos anticuados y terrenos para todas las instalaciones, e implante algunas otras mejoras, es cuando, sin necesidad de excitación de ninguna clase, se acelerará la construcción hidroeléctrica. Pero, en el entretanto, ¿no es resultado sorprendente haber podido instalar en poquísimos años 300.000 kilovatios, extensas líneas de transporte y grandes redes de distribución? ¿Es que se cree posible haber hecho más y mucho menos por la acción de impuestos? Esto sería invertir el orden natural de las cosas. Siempre se creyó que los impuestos retardan la marcha de los asuntos; ahora, según estos modernos teorizantes, resultaría todo lo contrario.

Ya la ley de Protección a las industrias de 2 de marzo de 1917 inició algo sobre este impuesto: en su párrafo segundo de la base segunda dijo lo siguiente:

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

(A)

"A partir de la promulgación de esta ley, los saltos de agua denunciados para aprovechamiento de fuerza que no se utilicen conforme a su concesión pagarán un impuesto anual con recargo progresivo que tenga el carácter de reintegrable al peticionario a la terminación de las obras correspondientes al aprovechamiento otorgado.—El régimen y tarifa del impuesto a que se refiere el párrafo anterior se establecerán con arreglo al proyecto de ley que se presente a las Cortes oportunamente.—Dicho impuesto no se exigirá a los concesionarios que, teniendo comenzada la construcción de un salto de agua, se hayan visto obligados a suspenderla por falta de elementos derivada de la anormalidad de las circunstancias actuales; pero deberán satisfacerlo si, restablecida la paz europea, no reanudan los trabajos en un plazo máximo de un año."

No se atrevió, por tanto, el legislador a salirse del carácter reintegrable de este impuesto; ni aun supo cómo fijar su cuantía; ni el texto usado tiene nada de claro, pues no define qué significa la frase "que no se utilicen conforme a su concesión". Por consiguiente, no ha pasado de ser un mero intento, sin consecuencia posterior alguna.

La concesión onerosa y el impuesto subsiguiente desde el mismo día, no pueden tener otro resultado en la práctica: la desaparición de todo peticionario particular, y que sólo estudien saltos y los soliciten y obtengan las concesiones Empresas organizadas con tendencia al monopolio. Esto es claro y evidente, aun cuando no queramos decir por ello que todos los que opinan de dicha manera obren por tal móvil ni se hayan dado cuenta de ello siquiera.

El complemento de tales impuestos sería hacer las nuevas concesiones reversibles al Estado al cabo de cierto número de años; así, todo nuevo aprovechamiento estaría en condiciones de inferioridad con los ya construídos o concedidos a perpetuidad, que han sido todos hasta ahora. Los partidarios de esta reversión la limitan, como es natural, a las obras exclusivamente hidráulicas: la maquinaria, instalaciones y línea de transporte habrían de ser objeto de tasación y de abono por el Estado a la expiración del plazo; y el Estado, después, habría de arrendar la explotación. Fácilmente se comprende los inconvenientes que todo esto ha de llevar consigo, que se traducirían, finalmente, en perturbaciones para los industriales y perjuicios para el Tesoro, que acabaría por cargar con máquinas viejas y anticuadas e instalaciones de vida agotada; ¿y todo, para qué? Para disfrutar de un arrendamiento

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

en vez de un concesionario y tener que compensar o pagar nuevas instalaciones.

Desde el momento que el Estado tiene la facultad de imponer tributos sin limitación práctica, ¿qué necesidad tiene de implantarlos de modo perturbador? Fije en 500 pesetas, como en Francia, o en otra cifra análoga, el capital que para él le debe representar cada caballo construido, y, de acuerdo con eso, disponga lo que debe contribuir cada aprovechamiento, *una vez construido,* y déjese de cobrar nada por anticipado. Bastantes gastos y cuidados tiene el concesionario antes de ver en movimiento su central para que venga el Estado, primer beneficiado, a aumentárselos sin provecho ni necesidad ni justificación. El ministerio de Fomento es el único que debe cuidar de la efectividad del cumplimiento de las condiciones de cada concesión; que ya de por sí contienen las suficientes sanciones, sin que se vea por qué se han de agravar con otras de carácter fiscal. No tiene justificación, repetimos, de ninguna clase todo tributo ni intromisión de la Hacienda en el período de construcción, contado desde la fecha del otorgamiento de la concesión; y si la Hacienda lo que quiere cobrar es el derecho eminente del Estado, que lo haga desde que este derecho pasa realmente a ser atribuído al concesionario; esto es, cuando le son recibidas las obras por el Estado y autorizada su explotación.

* * *

La nacionalización de las Sociedades dedicadas a negocios hidroeléctricos es el último punto que nos queda por discutir. A primera vista parece ser cosa convenientísima; ¿pero es a la vez oportuna? España debe gratitud al capital y a los elementos extranjeros: ellos crearon nuestros ferrocarriles, tranvías y otras obras y servicios; a ellos se debe la mayor parte de las instalaciones hidroeléctricas de Cataluña, cuyo papel, verdaderamente salvador durante estos últimos años, no debiera nunca olvidarlo el Estado. El capital español, sin duda, ante tal ejemplo, y siguiendo el ya dado por otros grupos nacionales, afluye cada vez más fácilmente a esta clase de negocios, incluso a suscribir íntegras emisiones de las Compañías extranjeras hidroeléctricas. No podría negarse a éstas que puedan obtener y realizar nuevas concesiones; pero, aparte de esto, existen otras Compañías extranjeras de ferrocarriles, mineras y de toda clase, o pueden venir otras nuevas, que necesiten para sus servicios propios energía hidráulica o eléctrica que a ellas mismas convenga producir directamente, y no sería justo ni posible, generalmente, obligarlas a depender de otras entidades suministradoras. Y, por último, esta competencia posible extranjera pue-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

de ser el verdadero acicate, aquel que parece buscar el Gobierno para que aumenten sus actividades los elementos nacionales, no sólo para construir saltos, sino, además, para fomentar la construcción en España de la maquinaria y demás material que ahora importamos, y para dar facilidades a la ejecución de la red ferroviaria que aún falta. Por consiguiente, ya que no nos ha ido tan mal admitiendo la concurrencia extranjera y que la subsistencia de la misma aun puede prometer ventajas, no se ve la urgencia ni la oportunidad de plantear la cuestión, ni de darle una solución general obligatoria. El Estado, en cada caso particular, ya de concesión, ya de cesión, podrá hacer siempre lo que tenga por conveniente después de cumplidos los trámites reglamentarios, y pueden, por tanto, quedar en todos los casos salvados los intereses públicos.

Estudiados detalladamente los puntos más esenciales y discutidos del problema hidroeléctrico, diremos algo sobre su conjunto.

En España, en una docena de años, hemos construído unos 300.000 kilovatios. Según cálculos admitidos, hacen falta construir otros 700.000 para el resto de las necesidades, o sea completar el millón; se evalúan, por otra parte, en el doble, o sean dos millones, los kilovatios más utilizables de los contenidos potencialmente en las corrientes; de suerte que, por ahora, no necesitaremos más que la mitad de aquella potencialidad más fácilmente instalable.

Debemos, por tanto, ir construyendo, a la mayor velocidad de régimen posible, 700.000 kilovatios más. Dicha velocidad no depende sólo de la voluntad de peticionarios, concesionarios y Empresas: depende de múltiples causas: unas, relacionadas con la economía nacional; otras, emanadas de la propia Administración. Pero de todos modos, para forzar tal velocidad, no parece lo más adecuado empeorar las condiciones actuales de la industria hidroeléctrica: en todo caso, mejorarlas. Por otra parte, el régimen actual ha sido de tolerancia, de libertad, de libre concurrencia, de amplitud y de consideración mutua; y como todas las reformas y gravámenes que se vienen preconizando de algún tiempo a esta parte no pueden tener otra consecuencia que el establecimiento del régimen contrario, o sea el de monopolio, el de exclusivismos, el de ahogo de todo estudio e iniciativa, forzosamente se habría de producir el estancamiento de la industria hidroeléctrica, el encarecimiento de la fuerza y un perjuicio total e irremediable para la economía nacional. Las cosas deben decirse como son y por sus nombres. ¿Queremos decir por esto que todos los que mantienen tales teorías sean cómplices de amaños ni de trabajos solapados? De ninguna manera; pero los hechos y resultados se encargarían de darnos la razón si llegaran a implantarse tales ideas.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Pongamos como ejemplo práctico lo que ocurre en la región catalana:

HP. instalados por "Riegos y Fuerza del Ebro", "Energía Eléctrica de Cataluña", "Catalana de Gas y Electricidad", "Hidroeléctrica Ibérica", "Fuerzas Motrices", etc.		150.000
Idem en construcción por las mismas entidades.....		128.000
		278.000
Idem sin construir por las mismas.....	620.000	
Idem íd. por los particulares.....	207.460	
		827.460
TOTAL HP.....		1.105.460

Si implantando mayores rigorismos administrativos, o por ministerio de nuevas exacciones fiscales, desaparecieran los concesionarios particulares, las grandes Empresas, con más medios de defensa y resistencia, procurarían construir sus aprovechamientos cuando les fuese más cómodo, libres de toda preocupación de competencia; si las nuevas concesiones fueren reversibles al Estado, y hubieran de nacionalizarse forzosamente, existirían así otros motivos para que generalmente se rehuyera solicitar nuevos aprovechamientos, que estarían en graves condiciones de inferioridad respecto de los actuales; las Sociedades fabriles, electroquímicas, electrometalúrgicas, de construcción y análogas habrían de pasar por las horcas caudinas de las Empresas, o perder varios meses en buscar y obtener concesiones especiales que no siempre encontrarían a propósito para su objeto. Con todo esto, y con fijarse en que los caballos sin construir *detentados* por las Empresas son tres veces los de los particulares, se ve claramente la ninguna consistencia de las lamentaciones que estamos oyendo continuamente respecto a abusos de los concesionarios particulares. Estos, como las Empresas, lo que necesitan son facilidades, auxilios y consumidores, y no mayores cortapisas o impuestos nuevos y arbitrarios.

No hay más que una solución clara: conservar los métodos actuales, mejorándolos; esto es, continuar con la tradición y la doctrina de nuestra sabia ley de Aguas, liberal y honrada. Pero habría el medio de desvirtuarla sin necesidad de variar la misma ley; a saber: por medio de combinaciones de impuestos, substrayendo así al ministerio de Fomento y a sus elementos técnicos el dominio de cuestión tan importan-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

tísima. Los arbitristas fiscales no pueden tener de ninguna manera voz ni voto en asunto que escapa a su ambiente y competencia, y cuyo desarrollo es tan vitalísimo para la Nación. Bueno estaría que, por tratar de recaudar algunos miles de pesetas, se causasen a la Nación perjuicios por millones.

En su virtud, tenemos el honor de proponer al Congreso se sirva votar las siguientes

CONCLUSIONES

PRIMERA. En todo cuanto se refiere a las concesiones de aguas públicas para usos industriales, el primero, único y fundamental objetivo que debe sustentar el Estado es conseguir la más pronta y mejor construcción de los 700.000 kilovatios que aun faltan a nuestra economía, según cómputos autorizados.

SEGUNDA. Habiéndose construído 300.000 kilovatios bajo el régimen de libertad contenido en nuestra legislación modelo sobre aguas públicas, es forzosamente aventurado substituirlo, sin preparación ni estudio de ninguna clase, por otro de recelos y restricciones, ya provengan de reformas de la misma ley, ya producidas por medidas fiscales que la contraríen y produzcan el mismo efecto, de tender a un sistema de exclusivismo y monopolio que matara todo desarrollo ulterior, perjudicase a todas las industrias derivadas y a los intereses de la Nación. Por consiguiente, toda innovación de tendencia restrictiva y gravosa de la ley de Aguas o del régimen fiscal vigente ha de ser declarada francamente inoportuna; y, por el contrario, deben concederse cuantas facilidades y auxilios para esta industria sean compatibles con las conveniencias del Estado.

TERCERA. Los organismos del ministerio de Fomento son los únicos capacitados para estudiar, proponer y aplicar las reformas que deben introducirse en la ley de Aguas, en armonía con la conclusión primera. Se considerarán formando parte de la misma ley todas las disposiciones referentes a impuestos de toda clase que graven peticiones, concesiones, constitución, emisiones y funcionamiento de Empresas hidroeléctricas, así como los auxilios y exenciones que se les concedan. Las referidas disposiciones correrán siempre a cargo del propio ministerio de Fomento en cuanto a su propuesta y aplicación.

CUARTA. El Gobierno tomará todas las medidas conducentes: *a*) para estimular la construcción en España de la maquinaria y material para los saltos y transportes; *b*) para reformar la ley de Expropiación forzosa de modo que permita tomar pronto posesión de los terre-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

nos y artefactos expropiables, y evite los abusos a que ahora han de doblegarse las Empresas; *c*) para activar la construcción de las vías de comunicación necesarias, incluso contratándolas directamente con las mismas Empresas de los aprovechamientos, siempre que formaran parte de los planes del Estado; *d*) para suprimir tramitaciones complicadas para las reformas, ampliaciones o mejoras de los proyectos de los mismos aprovechamientos; *e*) para la construcción de redes generales de transporte y distribución de la misma energía.

QUINTA. Para el cumplimiento de los fines expresados en estas conclusiones deberá el Estado crear un Instituto que, de modo continuo, permanente, con vida propia y toda la autonomía posible, sirva de organizador y director superior de la enorme gestión que incumbe al Gobierno para conseguir bien y rápidamente los mismos objetivos, y, mientras tanto, no debe hacerse nada que signifique restricción o retroceso al régimen actual."

El Sr. PRESIDENTE hace notar a la Asamblea que este trabajo se opone en algo a las manifestaciones hechas en una sesión anterior por el Sr. Cambó, y entiende que ambos trabajos debieran ser considerados como comunicaciones, sin tener carácter de ponencias, no debiendo ser objeto de discusión las conclusiones presentadas, y así se acuerda. También dice que el Sr. Crespo de Lara va a dar lectura a una enmienda relativa al tema presentado por la Comisión burgalesa de Iniciativas ferroviarias.

Su autor, el Sr. CRESPO DE LARA, declara que la presentación de esta enmienda obedece a su idea de advertir el peligro de orden estratégico que se puede originar en los dos extremos de líneas directas de la frontera a Algeciras, tanto por la nueva perforación de los Pirineos, como por terminar en un puerto dominado por una plaza fuerte extranjera (Gibraltar).

El Sr. PRESIDENTE indica al Sr. Crespo de Lara la conveniencia de que su enmienda sea presentada en forma de comunicación.

El Sr. CRESPO DE LARA presta su conformidad a lo manifestado por el Sr. Presidente, y anuncia que al efecto redactará un escrito para presentarle oportunamente a la Mesa.

La PRESIDENCIA manifiesta que, por la Sección quinta, le ha sido remitido un trabajo del Sr. Bello sobre "Ensayos de tierras para terraplenes, en riegos del Alto Aragón", cuyas conclusiones fueron aprobadas en aquélla, para que sean conocidas y aceptadas por la Sección en lo que se relaciona con la construcción de obras públicas.

El Sr. SECRETARIO lee las siguientes conclusiones del trabajo del Sr. Bello, y la Sección acuerda darse por enterada, aceptándolas con agrado, por ser de verdadero interés, por sus aplicaciones:

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

"ENSAYOS DE TIERRAS PARA TERRAPLENES, EN RIEGOS DEL ALTO ARAGON

Por D. SEVERINO BELLO, *Ingeniero-Director.*

CONCLUSIONES

PRIMERA. La depresión del Ebro está ocupada por una masa de marga de gran espesor. En ella aparecen con irregularidad estratos de caliza y yeso, y lentejones de arenisca. Sometida la superficie a proceso de socavación, que aun dura, quedan delgados jirones de los mantos de aluvión que sobre la marga arrojó la denudación de las montañas circundantes. Asimismo, el fondo de las vallonadas se cubre con derrubios más lavados; esto es, más arcillosos que calizos, y menos atacables de consiguiente por el agua aireada. No hay probabilidad alguna de encontrar otros materiales o productos del suelo que los indicados, ni aguas que no sean más o menos selenitosas. Resulta suelo francamente desfavorable para construir canales de tierra; interesante, por frecuente, en la Península (formaciones miocenas).

SEGUNDA. Tales caracteres fuerzan generalmente a evitar el establecimiento de cajeros en terraplén. Cuando son inevitables, y especialmente desde que adquieren importancia, verbigracia, desde que frisan la altura del cajero, procede buscar las tierras necesarias para formarlos, fuera de yesos y materia orgánica, entre los productos más gravillosos y arcillosos y de menos polvo calizo, aunque deban transformarse desde vallonadas relativamente lejanas, con tal de que congreguen aguas bastantes para ofrecer suelos suficientemente lavados.

TERCERA. Por lo demás, para obtener terraplenes satisfactorios desde el doble punto de vista de la impermeabilidad y la solidez, resultan suficientes las buenas reglas ya establecidas; singularmente, la de apisonarlos por tongadas delgadas, con rodillos pesados y alguna humedad."

El Sr. PRESIDENTE manifiesta que queda pendiente el trabajo presentado por el Sr. Jiménez Lluesma sobre "Centro ferroviario de Valencia" porque no se halla presente su autor.

El Sr. JIMENO dice que este trabajo no debe pasar inadvertido por su importancia; y la PRESIDENCIA manifiesta que será publicado, si lo estima procedente el Comité ejecutivo del Congreso, levantándose la sesión a las diez y ocho.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

"CENTRO FERROVIARIO DE VALENCIA

Por D. Eusebio Jiménez Lluesma, *Teniente Coronel de Ingenieros.*

El centro ferroviario ocupa el rango superior entre los nudos de comunicaciones. El estudio de los centros ferroviarios es base firmísima para el conocimiento de una red de ferrocarriles.

Las grandes líneas, las de la red principal, las que ponen en comunicación unos centros con otros, o también con los puertos de embarque, con las estaciones marítimas, tienen importancia primordial para entrar en el estudio de un centro ferroviario.

En el estudio del centro ferroviario de Valencia prescindiremos de la tupida red de ferrocarriles secundarios que convergen sobre aquel centro, y procederemos al examen de las líneas principales que están ya construídas y las que deben construirse. Las líneas que vamos a examinar en el presente estudio son: *Ferrocarril directo de Madrid a Valencia. — Valencia-París. — Valencia-Zaragoza-Bilbao. — Valencia-Santander. — Valencia-Valladolid. — Valencia-Alicante-Cartagena. — Valencia-Algeciras. — Valencia-Sevilla.*

Ferrocarril directo de Madrid a Valencia.

La finalidad social y mercantil de la línea cuya construcción se persigue es la de dar a Madrid un puerto, un mercado y un sanatorio. La finalidad militar de esta línea es conseguir la unión del centro de defensa del territorio nacional con el centro de defensa de la costa de Levante.

El puerto.—Los puertos no son otra cosa que las estaciones de enlace entre las comunicaciones terrestres y las comunicaciones marítimas entre las vías férreas y las rutas de navegación. Los factores que integran la importancia de un puerto son: la producción del país, la red de comunicaciones y la posición geográfica de la estación marítima.

Y con arreglo a esta combinación de factores, como resultado de la relación que entre ellos se establece, puede decirse que los puertos son locales, son regionales o son de importancia mundial.

En Valencia tenemos el tipo de un puerto regional. No ha sido ni ha podido ser otra cosa hasta el presente, porque la red de comunicaciones ha tenido también un carácter regional. Pero si Valencia llega a ser un gran centro ferroviario; si se construye el ferrocarril directo a Madrid; si se establece una comunicación rápida y directa con Zara-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

goza; si se atiende al fomento de las grandes líneas de penetración, el puerto de Valencia será lo que tiene derecho a ser, y ya no deberá considerarse como de exclusivo servicio para la región valenciana: entrará entonces en la categoría de los puertos de importancia mundial, y será punto de obligada escala en las rutas marítimas del Mediterráneo.

Valencia ha sido un puerto regional, y no ha podido ser otra cosa. El ferrocarril de Barcelona, como todas las líneas de costa, no está comprendido por completo en la zona de influencia de un solo puerto, y por eso no lo estaba en la del puerto levantino: esa zona no podía extenderse más allá de la región. Y no sólo esto, sino que dicha influencia quedaba atenuada por las playas de embarque y por los puertos locales que jalonan la línea de la costa.

Y lo que se dice del Norte puede decirse del Sur. Gravita sobre el puerto de Valencia toda la ribera del Júcar; y aun esta influencia queda disminuída por el ferrocarril de Carcagente a Gandía y Denia, que es una verdadera línea de desviación.

Las líneas que dan importancia verdadera a los puertos marítimos son las radiales, son las líneas de penetración. La de Valencia a Madrid, por Játiba, más allá de Mogente, entra en la zona de influencia del puerto de Alicante. El Central de Aragón no aporta a Valencia el tráfico de Zaragoza: se limita a relacionarla mercantilmente con Teruel. Pero Teruel no tiene más materia de exportación que los minerales, y los minerales huyen de los puertos de gran importancia comercial, buscando playas y embarcaderos.

Y aunque no fuese esto, Teruel es, geográficamente, de la región valenciana, pues las sierras de Gúdar y Albarracín, lo mismo que la serranía de Cuenca, no son otra cosa que prolongación o nuevos núcleos del gran macizo del Maestrazgo. Estamos, pues, dentro del círculo de hierro de la región.

Los otros ferrocarriles que van a concurrir al puerto de Valencia son ferrocarriles regionales unos, y son otros líneas de interés local.

Rafelbuñol, Bétera y Liria son extremos de línea. El directo a Madrid termina en Utiel, y parece que se detiene asustado ante el profundo foso del río Cabriel. La línea de Torrente y Alberique no se atreve a prolongarse a Enguera, ni a penetrar en la Mancha. Y resulta de todo esto que Valencia es un centro, sí, de comunicaciones ferroviarias; pero como esas comunicaciones tienen carácter regional, regional es también el puerto de Valencia.

Esta situación ha de variar por completo al construirse el ferrocarril directo a Madrid. Y ha de variar porque van a desarrollarse paralelamente los trabajos de reforma y ensanche del puerto y el estudio y

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

construcción de las grandes líneas radiales. Tiene Valencia como sólida base de su importancia mercantil la enorme producción de su riquísimo suelo. Para que el puerto valenciano sea lo que debe ser, y lo que será seguramente dentro de algunos años, basta que se establezca un verdadero equilibrio entre el comercio de exportación y el de importación. La exportación depende de la riqueza regional, que de tanta importancia es en Valencia; la importación tiene como base el desarrollo de la red de comunicaciones que relacionen el puerto con el interior del país. Y para esto, la línea más importante, la que más ha de influir en el fomento del comercio marítimo de aquel puerto, ha de ser el ferrocarril directo a Madrid.

Porque Madrid necesita un puerto, y ese puerto que sirva para la expansión regional de Castilla la Nueva, no puede ser otro que el puerto de Valencia. Se estará de Madrid, con el ferrocarril directo, a 385 kilómetros—o mucho menos—, cuando la capital de España está a 455 de Alicante, y cuando no puede soñar en estar a menor distancia de los puertos del Cantábrico.

Madrid, y con Madrid, Toledo, Cuenca y Guadalajara, encontrarán en el ferrocarril directo la verdadera línea de comunicación con el mar. Y al desarrollarse la red ferroviaria que ha de tener por centro a Valencia; al establecer las grandes líneas que relacionen a la capital levantina con Zaragoza y Bilbao, de una parte, y con Cádiz y Sevilla, de otra; al poner en comunicación con Valencia, no sólo la zona central de nuestro territorio, sino los puertos del Cantábrico y los del Océano Atlántico, surgirá en la desembocadura del Turia un centro de atracción para todas las líneas del Mediterráneo, y lo que ha sido hasta hoy un puerto regional se convertirá en lo que debe ser: en una grandiosa estación marítima, punto obligado de escala para todas las rutas mediterráneas. Y el puerto regional se convertirá en puerto de importancia mundial. Y el gran depósito mercantil de Valencia será el depósito mercantil de Madrid. El ferrocarril directo habrá hecho el milagro, y la urbe castellana reconocerá como propio el puerto del Grao, y por este puerto encontrará el camino que la relacione con el gran comercio, con el comercio que se hace por la vía libre de los mares.

Los trenes fruteros.—Madrid es un gran centro ferroviario, y el gran número de trenes rápidos que se establecieron antes de la guerra y que se han de restablecer cuando cesen las actuales circunstancias, pondrá en relación íntima y constante al centro con la periferia; a la capital, con todas las provincias españolas. Lo que hace a Madrid tan simpático y atractivo es el trato encantador de la sociedad madrileña, porque ese trato es el conjunto, la resultante de todas las características regionales de España.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Pero ni Madrid ni la meseta castellana pueden abastecer, por completo, este mercado. Podrá tener la capital cereales y carnes para el consumo; pero no tendrá frutas, no tendrá hortalizas, no tendrá nada de lo que debe entrar por los puertos. ¿En dónde buscará Madrid ese mercado? Lo buscará en el puerto más cercano; lo buscará en la vega que tenga a menor distancia. Con el ferrocarril directo a Valencia, tendrá la solución del problema. La tendrá en el puerto del Grao y en la riquísima vega valenciana.

Hace tiempo que se habla en Valencia del establecimiento de trenes fruteros. Los trenes homogéneos son necesarios para cierta clase de transporte, y tienen grandes ventajas para las Compañías y para las comarcas servidas por ellos, porque son verdaderos trenes expresos de mercancías. Y esos trenes fruteros han de ser el elemento principal del tráfico que se haga por el ferrocarril directo de Madrid a Valencia.

La estación invernal.—Es muy duro el clima de Madrid. La vecindad del Guadarrama y la altitud media de 650 metros que tiene este suelo sobre el cual está emplazada la capital de España, ocasionan rápidas y fuertes variaciones de temperatura, que no todas las naturalezas pueden resistir. Para los meses de lo más crudo del Invierno necesita Madrid un sanatorio, y, con el ferrocarril directo, encontrará ese sanatorio en Valencia; lo tendrá en aquella estación invernal.

Puede ser Valencia un gran centro de atracción para los que gusten de la vida del campo en todas las estaciones del año. Valencia, que, como veremos dentro de poco, estará a veintiséis horas de París y a seis de Madrid; Valencia, con su apacible clima, con la belleza de sus paisajes y con el trato simpático y agradable de la sociedad valenciana, será punto de cita para todo aquel que tenga la suerte de reunir la fortuna y el buen gusto, así como el amor a la vida tranquila y apacible de una buena estación invernal.

Las estaciones invernales se han de organizar con gran conocimiento de los gustos de la época; pues no todos los tiempos son iguales, ni son permanentes las costumbres de los que acuden a los grandes centros de atracción.

Son elementos principales de una estación invernal los edificios y las comunicaciones, la casa y el hotel, la carretera y el tranvía eléctrico.

Tiene Valencia condiciones excepcionales para crear en ella un extenso campo de acción en donde se mueva, se agite y se divierta todo aquel que acuda a la estación invernal atraído por las dulzuras del clima y por los encantos de la vega. Allí, todo campo es un jardín; allí, todo campo es propio para el emplazamiento de una pintoresca alquería; y si en ésta se combinan artísticamente los tres elementos arquitectónicos de la terraza, la azotea y el miramar, si los artistas valencianos

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

despliegan las alas de su acreditada fantasía, pueden llegar a la creación de un tipo de construcciones propias de la hermosa vega levantina, y pueden alcanzar la gloria de que en las obras de arquitectura se cite el tipo de una casa de campo que lleve el nombre característico de ALQUERÍA VALENCIANA.

Y en aquella vega pueden construirse, en todas partes, hoteles, restaurantes y cantinas, porque en todas partes puede gozarse de las bellezas del paisaje.

Pero si se quiere que la estación invernal sea digna de Valencia, es preciso que no se olvide que estamos en tiempos del automóvil y de las grandes excursiones, y que las modernas sociedades necesitan ancho campo donde moverse. No debe limitarse la estación invernal a una reducida zona de la vega, porque entonces no respondería a lo que exigen las costumbres de estos tiempos. Hace falta una extensa zona cruzada por bien conservadas carreteras y por tranvías eléctricos; se debe proyectar una estación invernal que tenga playas y lagos, pueblos y montes. Se deben enlazar íntimamente, valiéndose para ello de la facilidad que dan el automóvil en la carretera y el motor eléctrico en la vía, el hermoso lago de la Albufera y los pintorescos pinares de Portaceli. Se creará así un sanatorio para Madrid, un centro de atracción para los turistas europeos y americanos, y un modelo de residencia invernal.

VALOR ESTRATÉGICO DE LA LÍNEA.—Valencia es el centro de defensa de la costa de Levante. Madrid es el centro de defensa del territorio nacional. Son líneas estratégicas las que unen puntos estratégicos. La importancia militar de estas líneas está en relación con el valor militar de los puntos que se enlazan, que se relacionan, que se unen, que se combinan para formar un conjunto estratégico.

Deducimos, pues, la consecuencia de que el ferrocarril directo de Madrid a Valencia es una línea estratégica de primer orden para la defensa de la costa de Levante.

TRAZADO DEL FERROCARRIL.—Dos proyectos se presentaron en el último concurso para el ferrocarril directo de Madrid a Valencia. Uno de ellos es propiedad de las Diputaciones provinciales de Madrid y Valencia y de los Ayuntamientos de ambas capitales. Su autor es el Ingeniero de Caminos D. Manuel Bellido. Del otro proyecto es propietario y autor el Ingeniero de Minas D. José Carbonell.

El proyecto Bellido, que es el definitivamente aprobado, es para tracción eléctrica. Tendría un recorrido de 336 kilómetros hasta Valencia, y un ramal al Grao de 3 kilómetros.

El emplazamiento de la estación de Madrid sería detrás del Hipó-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

dromo, haciendo estación común con el proyectado ferrocarril directo eléctrico de Madrid a la frontera francesa.

La estación de Valencia se emplazaría a la entrada del proyectado gran paseo de la ciudad al mar.

El objetivo principal del proyecto Bellido es el paso por Cuenca y por las minas de carbón de Henarejos.

Mucha importancia tiene, desde el punto de vista militar, que el ferrocarril directo pase por la ciudad castellana. La serranía de Cuenca es una comarca que pertenece geográficamente a la región levantina. Es una derivación del gran nudo de Albarracín; es la zona de unión entre la meseta de Castilla la Nueva y la costa de Levante; es un centro de reservas; es un territorio de gran valor defensivo, y tiene una acción capital sobre el golfo de Valencia.

Y por ser esto así, a la tercera región perteneció Cuenca hasta que se hizo la nueva división territorial militar. La posición geográfica y la estructura del terreno imponían la inclusión de la Serranía en la región de Levante; pero la falta de una buena comunicación ferroviaria anulaba por completo lo que la Naturaleza imponía.

La cuenca carbonífera de Henarejos no convenía dejarla aislada. Claro está que podía quedar servida con un ramal de ferrocarril minero que la uniese a la línea ferroviaria directa; pero como está emplazada en la línea geográfica que relaciona a Cuenca con Valencia; como se ahorran kilómetros de recorrido tomando a las minas como punto obligado de la traza; como se compaginan de este modo la economía en el coste de construcción y la velocidad en el transporte de carbones, era preciso hacer pasar por la cuenca minera esa traza del proyectado ferrocarril.

Algo más que el paso por Cuenca y Henarejos encargaron las Diputaciones provinciales y Ayuntamientos de Madrid y Valencia al Ingeniero que debía estudiar el proyecto. Aspiraban dichas entidades a que el trazado del nuevo ferrocarril tuviese el menor recorrido posible. Se trata de una línea directa, y hay verdadero empeño en acortar distancias, en conseguir la unión íntima entre la capital de España y la hermosa ciudad levantina.

Y a esta condición satisface cumplidamente el nuevo proyecto, reduciendo a 336 kilómetros la distancia ferroviaria entre Valencia y Madrid, 154 menos que tiene la línea de La Encina.

Pero no bastaba eso. No se contentaba la opinión valenciana con la reducción de la distancia al menor límite posible. Aspiraba también a las grandes velocidades; y por eso impuso la condición de que la tracción debía ser eléctrica, a fin de que pudiera verificarse el viaje de ida y vuelta entre Valencia y Madrid de sol a sol, en un mismo día. De este

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

modo, el ferrocarril directo vendrá a satisfacer el ansia de esa íntima unión que se desea conseguir entre el centro geográfico de la Península y las costas del Mediterráneo.

La traza del nuevo ferrocarril pasará a 34 ó 36 kilómetros del salto de Bolarque sobre el Tajo y Guadiela, a menor distancia del gran salto de Chulilla, en el Turia, o Río Blanco, y cerca también de los manantiales de energía del Júcar y el Cabriel, y como estación compensadora, podrá establecerse una central eléctrica en la zona minera de Henarejos.

Valencia-París.

Francia necesita acercarse, por tierra, a su colonia del norte de Africa; y eso no puede hacerlo como no sea pasando por España. París-Cartagena-Orán es la línea en que sueñan los financieros franceses que tienen sus negocios en Argelia. Con esa línea tendrán una rápida comunicación por ferrocarril, bastando para rendir el viaje completo una corta travesía de siete a ocho horas de navegación.

Tres ferrocarriles están hoy en construcción a través de los Pirineos, y las tres líneas han de establecer una buena comunicación entre París y Cartagena. Estas tres líneas tendrán su paso obligado por Valencia.

El Noguera Pallaresa.—Un ilustre valenciano, el Marqués del Campo, fué el que habló por primera vez de establecer una comunicación directa entre París y Orán, por Valencia y Cartagena. Se había construido el ferrocarril de Almansa a Tarragona. Se estaba construyendo el de Tarragona a Lérida. Se proyectó construir un ferrocarril a través de los Pirineos, de Lérida a Tolosa, para enlazarlo con la red ferroviaria del Mediodía de Francia. Y de aquí parte el antiguo pleito del Noguera Pallaresa.

Conocida es de todas las personas cultas la configuración de la zona septentrional de la provincia de Lérida. Toda esta zona se halla comprendida en las cuencas del Segre, del Noguera Pallaresa y del Noguera Ribagorzana; ríos que son paralelos en gran parte de su curso. Sabido es también que al otro lado de los Pirineos, y dando nacimiento en su territorio al Garona, importantísimo río francés, está el valle de Arán, comarca española que no debe estar aislada de la red de comunicaciones del territorio nacional.

Quería España y quería Francia unir a Tolosa con Lérida; pero esta común aspiración, con el conjunto del problema, se tornaba en desacuerdo al descender a los detalles, y, sobre todo, al tratar del emplazamiento del túnel en los Pirineos.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Todos los intereses españoles quedaban sitisfechos con atravesar la cordillera pirenaica por el puerto de Viella, porque esto era poner a los habitantes del valle de Arán en comunicación directa con la capital de su provincia. Tampoco hace falta para esta solución convenio internacional de ninguna especie, porque el túnel de la gran cordillera tenía su boca de entrada y su boca de salida en territorio español.

El trazado que se proponía para esa única patriótica solución de la línea internacional era el siguiente: partiría el ferrocarril de Lérida; remontaría el Segre hasta Balaguer, o un poco más arriba; seguiría luego el Noguera Pallaresa hasta la Pobla de Segur en la vertiente septentrional de la sierra de Boumort. Aquí torcería hacia el Oeste, siguiendo el valle de Flamisel, y yendo a buscar la cuenca del Noguera Ribagorzana. Una vez en ella, remontaría este río, pasaría por bajo del puerto de Viella, y se encontraría el ferrocarril en el valle del Garona. Desde Viella, fácil era unir dicha línea con la red de los ferrocarriles franceses.

Los otros dos trazados que se idearon para el ferrocarril de que tratamos coinciden en casi todo el trayecto de Lérida a Esterri, siguiendo siempre el Noguera Pallaresa desde que abandonan el valle del Segre. Pero al llegar al pie del Pirineo, el actual trazado se dirige a pasarlo por debajo del puerto de Saláu, a fin de bajar luego al valle francés del Salat, y el que proyectaban aquellos que lucharon hasta el último momento por la solución española, seguía el Noguera Pallaresa hasta su origen, y entraba en el valle de Arán. Con la solución aprobada, por el puerto de Saláu, queda sacrificado este valle, pues para comunicarse con Lérida, tendrá que hacer uso de la carretera de Viella a Esterri de Aneo por el puerto de la Bonaigua.

La línea del Noguera Pallaresa está ya en construcción.

Este ferrocarril llevará la vida a una zona extensa que hoy está abandonada; pues las grandes distancias exigen la comunicación por vía férrea.

El valle de Arán no quedaría completamente abandonado al construirse el ferrocarril del Noguera Pallaresa. Claro está que la solución es imperfecta para todos los que nos hemos preocupado de esa interesante comarca española que se halla enclavada en la cuenca de un importantísimo río francés; pero la aceptamos como buena a falta de otra mejor. La comunicación por carretera es difícil en aquellas regiones, pues el puerto de la Bonaigua está cerrado por las nieves una gran parte del año. Pero, en fin, se trata de unos 40 kilómetros de carretera desde Viella a la proyectada estación de Esterri, y, mejor o peor, el valle de Arán tendría acceso a Lérida, a la capital de la provincia.

La línea del Noguera Pallaresa ha de considerarse principalmente

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

como lo que es, como un ferrocarril internacional, como una de las grandes líneas que sirven para establecer comunicaciones a grandes distancias.

La Cerdaña.—La cuestión de Marruecos se estaba aplazando indefinidamente, y no se supo en muchos años cuándo iba a emprender la marcha. Llegó un momento en que se pusieron de acuerdo Inglaterra y Francia, y cambió la fase de la cuestión marroquí. Decidieron esas dos grandes potencias que era preciso atacarla de frente.

Era ministro de Negocios Extranjeros en Francia M. Delcassé, y él fué el que tomó parte activa en estas negociaciones. Pero el Ministro francés era diputado por el departamento del Ariège; tenía como uno de sus proyectos favoritos el de conseguir la comunicación rápida con Orán, y, al mismo tiempo, quería favorecer al departamento por el cual era él diputado.

Vió este hombre político que no llevaba trazas de construirse el ferrocarril del Noguera Pallaresa, y pensó en la línea de Ax a Ripoll, línea que daba una comunicación muy directa entre Tolosa y Barcelona, y que podría ser una gran sección del ferrocarril de París a Cartagena. Se activaron las negociaciones, se llegó al Tratado internacional, y se aprobaron los proyectos de ferrocarril del Noguera Pallaresa y de Ax a Ripoll, por La Cerdaña.

El trazado del ferrocarril de La Cerdaña no había que discutirlo siquiera, pues no hace falta túnel internacional, ni se ofrecía esa variedad de soluciones que tanto puede provocar la discusión, sobre todo cuando se trata de líneas internacionales. Aquí se presentaba un problema claro, sencillo. España tenía construido el ferrocarril de Barcelona a Ripoll, y, para llegar a Puigcerdá, capital de La Cerdaña española, no tenía más obra importante que acometer que la perforación del túnel del Col de Tosas, todo él en territorio español, y que no podía dar lugar a complicaciones de ninguna especie. Pasado el Col de Tosas, nos encontramos ya en la alta meseta de La Cerdaña y llegamos a Puigcerdá, que está casi tocando a la frontera hispanofrancesa.

También era sencilla la cuestión para Francia, pues las obras de fábrica que exigiese el trazado de la línea desde Ax a la frontera estaban todas en territorio propio, y no tenía que discutirlas con la Comisión española.

La distancia de Valencia a París por Barcelona y Puigcerdá será unos 30 kilómetros más que por la línea del Noguera Pallaresa; pero esta diferencia de recorrido es de muy poca importancia tratándose de ferrocarriles de tantos cientos de kilómetros como el de Valencia a París.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Valencia-Zaragoza-Bilbao.

La provincia de Teruel está perfectamente enlazada con Valencia, salvo la comarca de Alcañiz, la conocida por el Bajo Aragón; pero Zaragoza no lo está, porque nunca se pensó establecer directa comunicación ferroviaria entre las grandes capitales del valle del Ebro y de la costa levantina.

Campo de Cariñena y Canfranc.—La comunicación tradicional entre Zaragoza y Valencia se estableció siempre por Teruel, Calamocha, Daroca y Cariñena. Fueron éstos los puntos que jalonaban el antiguo camino carretero, y se tomaron como obligados para el trazado de la moderna calzada. Y sirvieron también dichos puntos, los comprendidos entre Valencia y Daroca, para trazar el ferrocarril central de Aragón. Y ello fué porque la línea de Valencia a Calatayud no se proyectó para buscar la comunicación directa de Valencia con Zaragoza, sino para relacionar a Teruel con Valencia y con Madrid. Nos falta, pues, el ramal de enlace de Calamocha a Zaragoza.

Siempre que se ha tratado de acortar la distancia ferroviaria entre Teruel y Zaragoza, ha surgido el inconveniente proyecto de la prolongación del ferrocarril de vía estrecha de Zaragoza a Cariñena, buscando el empalme en Daroca. Así se incluyó en el plan de ferrocarriles secundarios, no ignorando la Comisión que dicho ramal de enlace no resuelve ningún problema, y mucho menos el de dar una comunicación rápida entre Zaragoza y Valencia.

No serviría para nada ese ramal de enlace, y debe orientarse la opinión de las fuerzas vivas de Valencia y Zaragoza en el sentido de que no se construya por construir, sino de que se proyecte un ramal de enlace que pueda considerarse como una sección del ferrocarril de París a Cartagena por Canfranc, Zaragoza y Valencia. Y para conseguir esto, nada menos a propósito que ese ramal propuesto, pues ni el enlace directo de Zaragoza con el Central de Aragón debe ser un ferrocarril de vía estrecha, ni el punto de empalme debe nunca buscarse en Daroca.

Ese ramal de enlace ha de ser de vía ancha o normal, y sólo así podrá considerarse como una sección de la línea directa de Zaragoza a Valencia. La estación de empalme deberá ser Calamocha, a fin de poder alcanzar con moderadas pendientes la alta cuenca del Huerva y trazar por el Campo de Cariñena la línea directa a Zaragoza.

Si suponemos construido el ramal de enlace entre el Central de Aragón y el gran centro ferroviario del valle del Ebro, podía decirse que ya no serían los ferrocarriles del Noguera Pallaresa y de La Cerdaña las únicas comunicaciones directas que han de establecerse entre París

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

y Cartagena. La línea de Canfranc estaría en condiciones tan favorables, por lo menos, como las de Lérida y Puigcerdá.

ZARAGOZA.—Es de gran interés para Valencia el establecer una comunicación directa con Zaragoza, porque la capital aragonesa está en camino de hacerse un gran centro ferroviario; y el enlace del gran puerto del Mediterráneo con Bilbao, que es la capital mercantil del Cantábrico, y con el importantísimo centro de comunicaciones del valle del Ebro, haría nacer grandes corrientes mercantiles, que hoy no existen, para Valencia.

Una vez construida la línea de Canfranc, se establecerá, por ella, la comunicación directa entre París y Madrid. Y esa comunicación representa la solución del gran problema ferroviario de enlazar el centro de Europa con los puertos del NO. de Africa.

BILBAO.—Hay plétora de dinero en la capital de Vizcaya. El origen de esa prosperidad está en las minas de hierro. De la explotación de las minas nació la industria siderúrgica con todas las derivaciones que le son propias. Y como la acumulación de capitales era constante, constante era también el ansia de nuevas industrias y de nuevas explotaciones.

La importancia financiera de Bilbao ha de repercutir en Valencia, pues ya se anuncia el establecimiento en la playa de Sagunto de la industria siderúrgica; y allí en donde se transforma el mineral de hierro en lingote, brotan nuevas industrias que fomentan la vida y la prosperidad del país.

Esta comunicación tiene una importancia de primera fuerza para la región de Levante. La unión de dos puertos, grandes depósitos mercantiles, uno en el Cantábrico y otro en el Mediterráneo, establecería una caudalosa corriente comercial que sería fecundo manantial de riqueza para toda la zona que estuviese bajo la influencia de la línea.

Valencia-Santander.

La escuela práctica del Arte de la Guerra está en los campos de batalla. Las enseñanzas de la guerra son los verdaderos fundamentos del Arte militar. Los estudios y las concepciones de los tratadistas militares necesitan la sanción de la experiencia, y ésta sólo se llega a alcanzar con la lucha de las tropas armadas.

Entre las enseñanzas de la última guerra figuran, en primer lugar, la necesidad que tienen las naciones de bastarse a sí mismas, así como la de disponer de una buena red de ferrocarriles estratégicos.

La organización militar de un país debe ir acorde con una buena organización económica; y mucho más en estos momentos, en que se

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

prepara una terrible lucha de intereses que siga a la lucha de las armas.

Los ferrocarriles estratégicos son de una importancia colosal para la defensa del territorio patrio, y no pueden considerarse como líneas de interés puramente industrial, como empresas en donde únicamente se ventile el rendimiento que puedan dar a las Compañías constructoras y explotadoras. Deben trazarse esos ferrocarriles con arreglo a los principios del Arte militar, y debe tenerse presente el fin que se persigue con la construcción de cada una de esas líneas.

Podrá ser el ferrocarril estratégico de vía ancha o de vía estrecha; podrá ser la línea de gran tráfico o de precaria vida económica; podrá atravesar comarcas ricas o pobres y servir grandes urbes o ciudades de corto vecindario; pero lo que no debe hacerse nunca es confundir un ferrocarril estratégico con un ferrocarril secundario. El uno es de interés general, es elemento necesario para la defensa del territorio nacional, y el otro es de interés local, se construye con el fin único de fomentar la riqueza de una reducida comarca.

Soria.—Soria es una gran posición militar que ha ejercido notable influjo en todas las épocas de nuestra historia. Concurren varias carreteras en esa ciudad, que es heredera de la gloriosa Numancia, y tiene comunicación con Pamplona, por Castejón; con Zaragoza, por Calatayud; con Madrid, por Almazán y Atienza; con Valladolid, por Aranda de Duero; con Burgos, por Salas de los Infantes, y, finalmente, con Logroño, por la comarca camerana y por otra carretera de tercer orden. Y este gran nudo de comunicaciones ordinarias indica que a Soria le corresponde, por derecho propio, ser centro de vías férreas.

La línea de Torralba a Soria debe considerarse como una sección del ferrocarril de alto valor estratégico de Madrid a Pamplona. Esa es la línea directa; esa es la comunicación propia entre Navarra y el centro del territorio nacional.

Para completar esta línea directa a Navarra, que es de tanta importancia militar, basta prolongar el ramal de Torralba a Soria hasta Castejón, a fin de empalmar en aquel paso del Ebro con la línea de Zaragoza a Pamplona.

En las propuestas provinciales que se recibieron en la Comisión nombrada para formar el plan de ferrocarriles secundarios, figuraba un ramal de Soria a San Leonardo en dirección a Burgos: se incluyó en dicho plan.

Y atendiendo al gran interés militar que tiene la unión ferroviaria de Soria con Calatayud, se incluyó también en el plan de ferrocarriles secundarios esta otra línea, que había de enlazar al gran nudo de comunicaciones ordinarias del alto valle del Duero con el importantísimo

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

punto estratégico del valle del Jalón, término del ferrocarril de Valencia, Sagunto y Teruel.

El ramal de Soria a San Leonardo se prolongaba con otro que, partiendo de este último punto, terminaba en Burgos, pasando por Salas de los Infantes.

Tenemos, pues, incluído en el citado plan el ferrocarril secundario de Calatayud a Burgos por Soria y Salas. Pero esa línea no es secundaria: no debe ser de vía estrecha, porque tiene una importancia militar de primer orden: es preciso proyectarla y construirla como línea de interés general, de vía ancha, de las que constituyen la red ferroviaria principal.

Burgos.—La antigua ciudad castellana es capital de una región militar; de una de las más importantes regiones militares de la Península. Sean cuales fueren las ideas que presidan a la organización militar del territorio, Santander ha de pertenecer siempre a la misma región de Burgos. Y, sin embargo, Santander y Burgos no tienen directa comunicación ferroviaria.

En el plan de ferrocarriles secundarios se incluyó una línea de vía estrecha desde Burgos a Ontaneda, persiguiendo el fin de que tuviera la capital castellana una comunicación directa con Santander; pues Ontaneda está en el valle del Pas y es estación de término del ferrocarril que parte de la capital montañesa.

Pero la línea de Burgos a Santander no es secundaria: es una línea principal y principal debe ser también el ferrocarril que se construya. Debe considerarse esta línea como complemento, como una gran sección de la que haya de trazarse entre Calatayud y Santander, a fin de que queden perfectamente enlazados el valle del Jalón, el alto valle del Duero, en Soria, la antigua plaza, capital de Castilla, y el importantísimo puerto del Cantábrico, llave de la bellísima comarca montañesa.

Como afirmación final podemos decir que si el ferrocarril de Calatayud a Santander, por Soria y Burgos, ha de ser de vía ancha o normal, de vía española, debe ir a empalmar a Reinosa con la línea del Norte; pero que si es de menos anchura que la normal, debe ir directamente a Santander.

Valencia-Valladolid.

Los grandes centros de población necesitan mercados en donde proveerse de los artículos de primera necesidad. El colosal estómago de una ciudad populosa impone la resolución de problemas alimenticios que tienen gran importancia para la vida de las urbes. Y este problema

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

se complica cuando ya no se trata solamente de una ciudad, sino que se trata de una región que tenga cientos de miles de habitantes. Pues este es el caso que se da en la región de Levante.

El ferrocarril que debe establecer las corrientes mercantiles entre Valencia y Valladolid está ya construido y en explotación, y constituye una línea directa de comunicación; línea que podemos dividir en tres grandes trozos.

Tenemos por de pronto el Central de Aragón, que arranca de Valencia y termina en Calatayud. Nos encontramos luego con el trozo de Calatayud a Ariza, que pertenece a la línea de Madrid a Zaragoza. De Ariza parte el ferrocarril del Duero, que termina en Valladolid. Como es tan abierto el ángulo que forman los dos trozos del Duero y del Jalón, podemos considerar que, prácticamente, están en prolongación el uno del otro, que están en línea recta.

La comunicación ferroviaria entre Valencia y Valladolid está perfectamente establecida; es una línea directa; la constituyen ferrocarriles de vía ancha que pertenecen a la red principal, y tiene todas las condiciones necesarias para que se desarrolle una gran corriente mercantil entre Valencia y la capital de Castilla la Vieja.

Y a pesar de disponer Valencia y Valladolid de una perfecta comunicación ferroviaria, no existe entre estas capitales la corriente comercial que debía establecerse; y todo ello depende de la falta de organización en los transportes. La buena organización de las comunicaciones ferroviarias es uno de los factores principales para el desenvolvimiento de la riqueza nacional, y de nada sirve que haya un buen ferrocarril entre Valladolid y Valencia si la mala organización del servicio de trenes hace imposible que el exceso de trigos castellanos vaya a surtir el gran mercado de la región levantina. No se podrá hacer nunca ese transporte en buenas condiciones, ni podrá tampoco establecerse un perfecto movimiento de viajeros, si no se convencen las fuerzas vivas del país de que hace falta obrar como elemento propulsor, trabajando incesantemente por la mejora de las relaciones que deben existir entre el Estado, las Compañías ferroviarias y las clases productora y consumidora.

No se establecen corrientes comerciales entre Valencia y Valladolid porque el ferrocarril Central de Aragón pertenece a una Compañía, y los dos trozos del de Calatayud a la capital de Castilla pertenecen a otra.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Valencia-Alicante-Cartagena.

La comunicación ferroviaria directa entre Valencia y Alicante es muy difícil de establecer, o, mejor dicho, es imposible, si esa comunicación había de ser para trenes rápidos y con ahorro de kilómetros sobre los ferrocarriles ya construídos. Lo impide el promontorio de Alcoy, gran posición militar que lanza sus estribaciones a la costa levantina entre Alicante y Gandía, y al cual hay que bordear para trazar una vía férrea entre las dos capitales de la región valenciana.

Dos líneas debemos considerar entre Alicante y Valencia: el ferrocarril secundario de la costa y el de vía ancha que pasa por La Encina.

Ferrocarril de la costa.—Está incompleta esta línea. Tiene construída la sección de Silla a Cullera, así como la de Tabernes de Valldigna a Denia, y no hace mucho que terminó la de Denia a Alicante.

En el plan de ferrocarriles secundarios se incluyó un ramal de Cullera a Tabernes, a fin de enlazar los ferrocarriles de Silla a Cullera y de Carcagente a Gandía. Con la construcción de este ramal quedaría completa la línea de la costa desde Alicante a Silla; estación del ferrocarril de Madrid que está a 12 kilómetros de Valencia.

Es preciso construir el ramal de Cullera a Tabernes de Valldigna, a fin de que no quede cortada la línea. Y sería conveniente también que se prolongase el ferrocarril de la costa hasta Valencia; pues no debe quedar la línea incompleta por 12 kilómetros que tendría el trozo de Silla al gran centro ferroviario de Levante.

Una vez construído ese trozo de 12 kilómetros y el corto ramal de enlace de Cullera a Tabernes de Valldigna, tendrían Valencia y Alicante comunicación ferroviaria por la costa, y quedarían servidas importantísimas comarcas de las dos provincias levantinas, que tanta riqueza atesoran y tantas relaciones tienen con los dos centros mercantiles que había de unir el ferrocarril, sin que hubiera interrupciones y sin necesidad de transbordos inconvenientes.

Porque aunque esa línea de la costa fuese la destinada a servir los puertos locales de Cullera, Gandía y Denia; aunque los productos destinados al comercio de cabotaje se hiciese por ellos; aunque esos muelles de embarque cumplieran con su limitada y verdadera misión, eso no era todo; eso no sería más que la válvula de seguridad que regulase la plétora de producciones de las comarcas servidas por el ferrocarril de la costa. Porque los productos destinados al gran comercio necesitarían ser transportados a los puertos principales; pues ellos son los puntos de escala de las rutas marítimas, y en ellos están los depósitos

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

mercantiles que han de llenar las bodegas de los buques que hagan la navegación de altura.

Y ese ferrocarril de la costa es también una línea de gran importancia militar. No es una línea estratégica principal, porque las costas no se defienden desde las mismas costas. Los ferrocarriles estratégicos sirven para transportar tropas y material a los puntos en donde se establezcan los centros de ataque o defensa. Y esas líneas estratégicas tienen por condición principal la de estar libres y a cubierto de las escuadras enemigas.

No se debe contar con los ferrocarriles que penetren en el promontorio de Alcoy para establecer una comunicación directa entre Valencia y Alicante: se interpone entre los dos puertos levantinos ese núcleo de montañas escarpadas: hay que bordear el obstáculo, y esa condición es la que ha dado origen al ferrocarril de vía estrecha, por la costa, y al ferrocarril de vía ancha que pasa por el nudo de La Encina. Tienen estas líneas su trazado natural en la configuración del terreno que han de recorrer. Las grandes diferencias de nivel que hay que salvar en la línea de La Encina se salvan fácilmente sin perder la dirección general, y los obstáculos de detalle que presentan las estribaciones de las montañas alcoyanas sobre la costa se sortean con toda naturalidad con las curvas de pequeño radio que permite la vía estrecha.

Línea de Cartagena.—Hace algunos años, años antes de que empezase la guerra mundial y cuando todavía no se abrigaban temores de que estallase con tanta violencia, se organizó un tren rápido de París a Cartagena, cruzando la frontera de Port-Bou, y pasando por Barcelona, Valencia, La Encina, Alicante y empalme de Alquerías. Pero aquel tren tuvo que suprimirse: era largo su recorrido, y el viaje resultaba muy molesto. No habían conseguido su objeto los financieros franceses que tienen negocios en Argelia.

No será lo mismo cuando se vuelva a la normalidad, y cuando se terminen los ferrocarriles del Noguera Pallaresa y de Puigcerdá. Se habrá acortado la distancia entre París y Valencia, de una parte, y de otra, empezará con verdadera fiebre la lucha económica que se está preparando en todo el Mundo civilizado.

Podrá, entonces, volver a establecerse el tren rápido de París a Cartagena. Pero no debemos olvidar que para esa clase de trenes conviene suprimir obstáculos y dar todo género de facilidades para que sea efectivo un verdadero ahorro de tiempo. Esta es una condición esencial para esa clase de comunicaciones.

Debe suprimirse, para los trenes rápidos entre Valencia y Alicante y Valencia y Cartagena, la estación de retroceso de La Encina. Debe construirse un ramal de enlace desde la salida de los túneles de Fuente

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

la Higuera hasta la estación de Caudete. Se trata de una construcción sencillísima en terreno llano, y no hará falta alejar mucho el vértice del arco de enlace de los edificios de la estación de La Encina.

Pueden admitirse estaciones de retroceso en urbes como Barcelona y Valencia, porque es conveniente que penetren las vías férreas en el interior de las grandes poblaciones; y conviene además que los trenes rápidos hagan escala en ciudades de tanta importancia. Pero en estaciones que están emplazadas en un campo despoblado y que no tienen otro objeto que verificar el empalme de las líneas distintas que a ellas convergen, no debe hacerse entrar en ellas los trenes rápidos, cuando la dirección de salida no esté marcada por la prolongación de la línea de llegada.

La estación de La Encina está perfectamente situada para la comunicación de Madrid con Valencia y con Alicante; pero no lo está para que cambien de línea, sin paradas y cambios inoportunos, los trenes rápidos que deben establecerse entre Alicante y Valencia. El transbordo y falta de tren directo dificulta grandemente la comunicación entre esas dos ciudades de la costa levantina.

Debemos contar con otro ramal de enlace que tiene gran importancia para la línea de Valencia a Cartagena. Los ferrocarriles de Alicante a Madrid y de Alicante a Murcia se separan notablemente de la dirección que debe tener la línea directa a Cartagena, en las secciones de Alicante a Novelda y de Alicante a Elche o Crevillente. Un ramal de unión entre Elche y Novelda nos daría una línea recta entre La Encina y Cartagena, perfeccionando de este modo comunicación de tanta importancia.

Valencia-Algeciras.

Entre Valencia y Algeciras está construido el ferrocarril que pone en comunicación a la costa de Levante con el Campo de Gibraltar; pero estaba antes tan mal organizado el servicio de trenes, que para los grandes viajes resultaba ilusoria esa comunicación.

La costa del Mediodía.—Tiene esta costa, para España, una doble misión que cumplir. Es una línea defensiva del territorio nacional, y es una base de operaciones para nuestra acción militar y colonizadora en Africa. Los puertos de Almería, Málaga y Algeciras son los puntos principales de esa costa, apoyados en los grandes baluartes de nuestra base de acción naval, Cádiz y Cartagena. También tiene Motril importancia militar, porque representa la acción directa de Granada.

La gran línea estratégica de Algeciras a Cartagena está perfectamente enlazada con Málaga por el ferrocarril de Bobadilla. Almería no lo está por completo; no está en buenas condiciones de comunicación

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

con dicha línea, porque no dispone de otro ferrocarril de enlace que el de Guadix; se impone, pues, la construcción de otro que complete la comunicación directa que debe tener Almería con los puertos de Levante: con Valencia, Alicante y Cartagena.

Ese ferrocarril de vía ancha que debe construirse podía partir de Gádor, estación de la línea del Sur de España, o de la misma Almería. Pasaría por Sorbas y por Cuevas de Vera, y empalmaría en Huércal-Overa con el ferrocarril de Murcia a Granada. Esa línea directa de Almería a Valencia tiene gran importancia militar.

Granada es el centro de defensa del gran macizo constituido por la cordillera Penibética. La acción de Granada sobre los puertos de Almería y Málaga se ejerce, como ya se ha dicho, por los ferrocarriles que, partiendo de Guadix y Bobadilla, estaciones de la línea estratégica de Cartagena al Campo de Gibraltar, terminen en esos puertos de la costa del Mediodía. Pero Granada necesita un ferrocarril que la ponga en condiciones de ejercer su acción directa sobre el mar, y esa línea de tanto valor estratégico ha de ser el ferrocarril de vía estrecha de Granada por Orjiva a Motril. Y ha de ser vía estrecha porque debe enlazarse con la línea de Almería a Málaga, y este ferrocarril que se ha de trazar por la abrupta comarca de las Alpujarras no puede ser de vía ancha: ha de ser necesariamente de vía estrecha.

Ferrocarril estratégico.—En la ley de Ferrocarriles estratégicos se incluyó una línea de vía estrecha que debía unir los puertos militares de Cádiz y Cartagena, pasando por el Campo de Gibraltar. Esa línea que debe pasar por Málaga y Motril y por cerca de Almería, no es estratégica en todo su desarrollo. No debe tampoco construirse toda ella de vía estrecha, porque la sección de Almería a Cartagena debe ser necesariamente de vía ancha y no debe trazarse por la costa, pues ya se ha dicho en otro lugar de este estudio que las costas no se defienden en las mismas costas, por ser preciso desenfilar los ferrocarriles estratégicos de las vistas y de los fuegos del enemigo.

Para esa sección de Almería a Cartagena deben construirse dos ferrocarriles: uno, que ya se ha propuesto, de Almería a Huércal-Overa, ferrocarril de enlace con la línea de Murcia a Granada, y otro de acortamiento, entre Cartagena y el valle del Sangonera. Convendría que fuese Totana el punto de empalme.

Tendríamos entonces una línea de gran valor estratégico entre Almería y Cartagena, pasando por Huércal-Overa, Lorca y Totana, y ejerciendo su acción, desde Almendricos, sobre el puerto de Aguilas. Examinemos ahora las otras secciones de la línea.

La sección de Almería a Motril estará en muy buenas condiciones militares y será de gran interés para el país, pues establecerá la comu-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

nicación, que tan necesaria es, entre las Alpujarras y los puertos de Almería y Motril.

La traza proyectada es la única posible y conveniente, y no debe variarse. Sería de vía estrecha, sólidamente construida, a fin de que la línea tuviese mucha capacidad de movimiento.

Arrancaría este ferrocarril del puerto en construcción de Motril. Remontaría el valle del Guadalfeo, y, en Orjiva, desprendería un ramal para Granada. Tomaría la dirección hacia Levante, por detrás de la Contraviesa. Pasaría por Ugíjar y Canjáyar, y siempre a retaguardia de la sierra de Gádor, descendería hacia el puerto de Almería. Quedaban así perfectamente enlazados los puertos de Almería y Motril con Granada, y toda la línea iría a cubierto de los fuegos de la escuadra enemiga, por tener a vanguardia la Contraviesa y la sierra de Gádor.

No estaría en buenas condiciones militares el trozo, prolongación de este ferrocarril estratégico, entre Motril y Nerja, porque las estribaciones de la sierra de Almijara lanzan sobre el mar acantilados de más de 100 metros de altura. No hay medio de salvarlos ni de poner ese trozo en buenas condiciones para la guerra. La línea estaría expuesta a los fuegos y no podría hacerse uso de ella cuando tuviera enemigos a la vista. En cambio, para el tiempo de paz, sería de utilidad inmensa, porque representa la continuidad de la línea de Almería a Málaga. Es preciso, pues, proceder a su construcción, no interrumpiendo el ferrocarril de la costa, pero teniendo en cuenta que el trozo de Nerja a Motril impide que se tenga por estratégica toda la línea de Almería a Málaga.

La continuidad de este ferrocarril se ha de hacer por la costa, más o menos alejado de ella desde Málaga a Estepona, y desde este punto encaminarse al Campo de Gibraltar, a fin de buscar un cruce conveniente con el ferrocarril de Algeciras a Bobadilla.

Vemos, pues, que el ferrocarril estratégico de Cádiz a Cartagena, ni todo él estaría en buenas condiciones militares, a causa del trozo de Nerja a Motril, ni todo él debería ser de vía estrecha, puesto que la sección de Almería a Cartagena es preciso que sea de vía normal.

Campo de Gibraltar.—Mucha importancia tiene hoy para España el Campo de Gibraltar y mucha mayor la ha de tener en el porvenir. La posición geográfica del territorio español lo indica como paso obligado, como zona de comunicación entre Europa y Africa. Ya hemos visto lo que representa el ferrocarril directo de París a Cartagena. Ahora podemos examinar lo que puede ser el túnel submarino de Gibraltar.

La segunda mitad del siglo XIX ha sido la de la apertura de los grandes istmos. La perforación de los grandes túneles submarinos corresponderá a la primera mitad del siglo XX. Inglaterra y Francia se

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

pondrán en directa comunicación ferroviaria por el túnel del Canal de la Mancha, y las redes ferroviarias de Europa y Africa se pondrán en contacto por el túnel submarino del Estrecho de Gibraltar.

En uno de los Congresos de la acción africanista de España se presentó el proyecto de un ferrocarril que, arrancando de la costa africana del Estrecho, terminase en Dakar, en la Senegambia, al sur de Cabo Verde. Esta comunicación ferroviaria se prolongaría en ruta marítima a través del Atlántico, hasta la costa oriental del Brasil, hasta el puerto americano de Pernambuco. La línea que habían de recorrer los transatlánticos a través del Océano sería sensiblemente igual—más corta—a la que recorrerían los trenes rápidos que se establecieran entre Dakar y el estrecho de Gibraltar. Si se construyese el túnel submarino, se habían puesto en comunicación las redes de ferrocarriles de España y Africa con las de América, solamente con salvar una travesía de navegación mucho menor que la del estrecho de Gibraltar al canal de Suez, bastante más pequeña que la distancia que hay de Barcelona a Port-Said.

Pero con túnel submarino o sin él, por el Campo de Gibraltar se han de establecer las comunicaciones que relacionen la red ferroviaria europea con la africana.

El ferrocarril del Campo de Gibraltar, o sea el de Bobadilla a Algeciras, ha de aumentar en importancia a medida que vaya construyéndose la red ferroviaria marroquí. Todo el movimiento europeo que produzca el desarrollo de los negocios en el noroeste de Africa, se encauzará por esa línea. Tomando a París como punto de concentración del norte de Europa, de allí partirán los trenes rápidos que hayan de terminar en Algeciras en busca de la travesía del estrecho de Gibraltar.

Los trenes rápidos de París podrán venir a Madrid por dos líneas: por Irún y por Canfranc. La continuación de estos trenes para Andalucía obliga hoy a practicar un rodeo, a todas luces inconveninete, por no haberse construído el ferrocarril de Puertollano a Córdoba; pero esa sección de acortamiento es de esperar que se construya, y con esto se conseguirá que los trenes rápidos de Madrid a Sevilla y al Campo de Gibraltar no sufran retrasos injustificados. La obra de rectificación y complemento de la red principal de los ferrocarriles españoles parece que va a empezar, y por esta razón no es de temer que se retrase indefinidamente la construcción del trozo de Puertollano a Córdoba. Resultaría entonces el ferrocarril de Madrid al Campo de Gibraltar con un trazado inmejorable, pues nunca se desviaría la línea de su dirección general.

La comunicación de Algeciras con la región de Levante ya hemos visto que está establecida: está construída la línea, pero mal organizado

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

el servicio de los trenes. Esa línea tiene gran importancia, y debe, por consiguiente, estar mejor atendida. Es una línea de un gran valor estratégico, porque es paralela a las costas de Levante y Mediodía, y va desprendiendo ramales a los puertos, de los que sólo faltan los de Almería y Motril.

Valencia-Sevilla.

La comunicación ferroviaria que tiene Valencia con la capital de Andalucía es larga y molesta; pues el servicio de los trenes está organizado para poner en relación a Madrid con Alicante y Sevilla, y resulta Alcázar de San Juan una estación de retroceso para todo el movimiento que haya de establecerse entre la costa de Levante y el valle del Guadalquivir. Es preciso, pues, hacer más viable esa comunicación ferroviaria.

Línea de enlace.—Constituye una necesidad imperiosa la de establecer directa comunicación rápida entre Valencia y Sevilla; se impone la construcción de un ferrocarril que sirva de lazo de unión entre el valle del Guadalquivir y el centro de defensa de la costa de Levante.

Por esa razón se incluyeron en el plan de ferrocarriles secundarios las dos secciones de la línea que debe construirse: una, de la estación de Baeza a Alcaraz, y otra, prolongación de ésta, de Alcaraz a Requena. Y así está ya proyectado.

Pero el proyecto se hizo para vía estrecha, porque, según la ley, se trataba de una línea secundaria; y como esa línea no es secundaria, sino principal; como ha de servir de enlace a tres ferrocarriles de vía ancha en los cruces o empalmes de Baeza, Albacete y Requena, no puede admitirse de ningún modo que se construya de vía estrecha: ha de ser precisamente de vía normal.

No impone el terreno la necesidad de construir un ferrocarril de vía estrecha porque los trozos primero y último, el que remontando el Guadalimar y su afluente el Guadarmena, así como el que había de unir a Casas-Ibáñez con Requena, son los únicos en los que sería algo elevado el presupuesto de construcción. El trozo intermedio tendría su traza en la meseta: resultaría altamente económico, y compensaría con su baratura de construcción los mayores gastos que se hicieran en el primero, por requerirlo así los obstáculos que presentarían al paso las estribaciones de las lomas de Ubeda y Chiclana y de la Sierra de Alcaraz, y, en el último, porque tendría que salvar el foso del Cabriel. Y aun así, la construcción de la vía ancha resultaría relativamente económica, porque no hace falta perder la dirección general en el primer trozo, ni el terreno que ha de recorrer el tercero es de los que obligan a la construcción de obras de extraordinario coste, salvo el cruce del

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Júcar y del Cabriel. No es el terreno el que impone la vía estrecha para esa importantísima línea: es que no se ha tenido en cuenta la finalidad de ese ferrocarril, y por esa razón se le ha relegado al grupo de los secundarios.

Y no es secundaria una línea que ha de poner en comunicación directa a dos regiones de las que atesoran más riqueza entre todas las de la Península; no es secundaria una línea que enlazaría los puertos de Cádiz, Sevilla y Valencia, y no es secundaria la línea que acortaría en 140 kilómetros el recorrido que hoy se hace para ir de Valencia a Sevilla y a Cádiz. No puede ser de vía estrecha una línea que sirve para enlazar tres ferrocarriles de vía ancha, porque eso se reserva para cuando no entren en juego los intereses de grandes regiones y sí sólo el interés de comarcas atravesadas por un ferrocarril secundario. Y aquí se trata de una línea de interés general que tiene alto valor estratégico y gran importancia comercial, y por eso se ha de construir de vía ancha, a fin de que forme parte de la red ferroviaria principal.

* * *

El centro ferroviario de Valencia no estará constituído solamente por las grandes líneas que acabamos de examinar: tiene su complemento en el haz de tranvías eléctricos y ferrocarriles económicos que, cual varillas de abanico, van al encuentro de los grupos de barracas y alquerías, y a todos los pueblos de más o menos vecindario que salpican y dan una nota pintoresca a la hermosa vega valenciana.

Uno de estos ferrocarriles, el de Valencia a Rafalbuñol, en un recorrido de 14 kilómetros, tiene ocho estaciones para otros tantos pueblos que reúnen una población de 20.500 habitantes; casi a 1.500 por kilómetro.

Y como no se consideraba suficiente ese ferrocarril para el continuo movimiento que allí existe, se construyó un tranvía eléctrico de Valencia a Masamagrell, penúltima estación de la vía férrea de Rafalbuñol.

Es la Huerta de Valencia una feracísima llanura de terrenos modernos formados por los arrastres del Turia en un antiguo seno del Mediterráneo, y la bondad del clima y la excelente calidad del suelo tienen su complemento en el trabajo inteligente, en el cultivo altamente intensivo, en la incomparable laboriosidad de aquel pueblo agricultor, que no tiene rival en el Mundo.

A esto es debida la prodigiosa producción de la hermosa vega levantina, y ese es uno de los factores más valiosos que integran la gran importancia del nudo ferroviario de Valencia."

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

ACTA DE LA SESIÓN CELEBRADA EL DÍA 24 DE NOVIEMBRE DE 1919

Se abre la sesión a las diez y cuarto de la mañana.

El Sr. PRESIDENTE invita al Sr. Rubió a que dé cuenta de su Memoria sobre "Urbanización del Tibidabo"; y no estando presente su autor, se pasa al asunto siguiente:

La PRESIDENCIA manifiesta que va a volverse a tratar de la proposición presentada por el Sr. González Quijano, relativa a la reconstitución nacional y reorganización de los servicios de la Administración.

Leída la proposición por el Sr. GONZALEZ QUIJANO, éste la apoya, exponiendo la conveniencia de su aprobación.

El Sr. BLANC indica que teniendo que ausentarse para acudir a otra Sección, pide se haga constar su voto favorable a la proposición.

Después de amplia discusión, en la que intervienen los Sres. GÓMEZ DÍAZ, PUENTE, QUIJANO, PERIER, GRINDA, MACHIMBARRENA, GARCIA FARIA y JIMENO, es resumida por el Sr. PRESIDENTE, que propone se encargue el Sr. Quijano de redactar una Memoria para ser remitida a la Sección 12.ª y ésta se haga cargo de las conclusiones de la misma.

El Sr. QUIJANO rechaza dicho encargo.

El Sr. MÉNDEZ VIGO se opone a que se vote nominalmente la proposición, y, en definitiva, la Sección acuerda por mayoría aprobar la propuesta del Sr. Quijano, suprimiendo su segunda parte, referente a las disposiciones ministeriales ya dictadas.

El Sr. PRESIDENTE lee una carta del de la Sección 12.ª, indicando la conveniencia de fijar orientaciones para establecer premisas relativas al plan de reconstitución nacional y que se comuniquen a la Sección citada los acuerdos relacionados con tan importante asunto, exponiendo la Sección 1.ª su criterio sobre los puntos que detalla.

También da lectura de otra carta del Sr. Presidente del Congreso, alusiva al párrafo último del art. 6.º del Reglamento, sobre la prórroga o repeticiones del Congreso, y sobre la fijación de fecha y lugar en que haya de celebrarse. Se acuerda no ser posible satisfacer los deseos del Presidente de la Sección 12.ª, y estima que no es de su com-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

petencia formular propuesta de acuerdo con la indicación contenida en la carta-circular del Sr. Presidente del Congreso.

El Sr. MACHIMBARRENA manifiesta que en la sesión anterior quedó pendiente de discutir el trabajo del Sr. Bores Romero; y cree conveniente que se discutan las conclusiones del mismo.

El Sr. PRESIDENTE accede a lo propuesto por el Sr. Machimbarrena, pero haciendo observar que había acuerdo en contrario.

La conclusión primera es leída y aprobada con algunas modificaciones.

La segunda conclusión es también aprobada con modificaciones.

La tercera se aprueba con la supresión del último párrafo.

La cuarta es aprobada, ampliándose el apartado *b*), extendiendo la imposición de servidumbres a los terrenos inundados por los remansos.

La quinta es suprimida.

El Sr. PRESIDENTE da por terminada la labor de la Sección, agradeciendo a todos la valiosa cooperación que han prestado, y levanta la sesión, con un afectuoso saludo a los Congresistas que en ella han tomado parte.

A propuesta del Sr. GÓMEZ DE LA TORRE se acuerda un voto de gracias para la Mesa, que es aprobado por unanimidad.

* * *

Resúmenes de algunas otras comunicaciones presentadas a la Sección 1.ª:

"PAVIMENTOS ENGRAPADOS PARA CALLES Y CARRETERAS

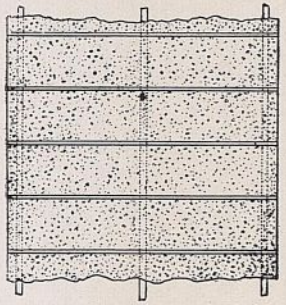
Comunicación presentada por el *General de Ingenieros* D. ANGEL ARBEX.

Todos los sistemas de pavimentación conocidos adolecen de defectos que, indudablemente, deben ser de muy difícil remedio cuando, desde que el Mundo existe o, por lo menos, desde que la Humanidad comprendió la necesidad de establecer vías de comunicación, ha tratado por todos los medios que su ingenio le ha sugerido de dotar a tales vías de un pavimento lo más resistente posible, sin que hasta la fecha haya conseguido que ninguno de los sistemas empleados asegure por espacio de algunos años la fácil circulación rodada y la cómoda locomoción.

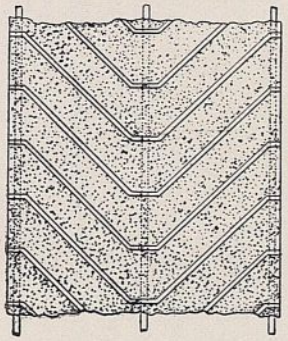
Actualmente, han dado los Ayuntamientos de las grandes capitales

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Figª 1.
Engrapado recto

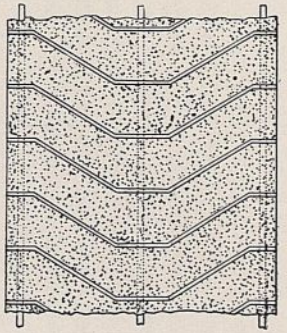


Figª 2.
Engrapado poligonal

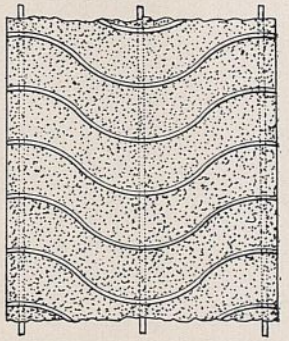


Escala de 1:5.

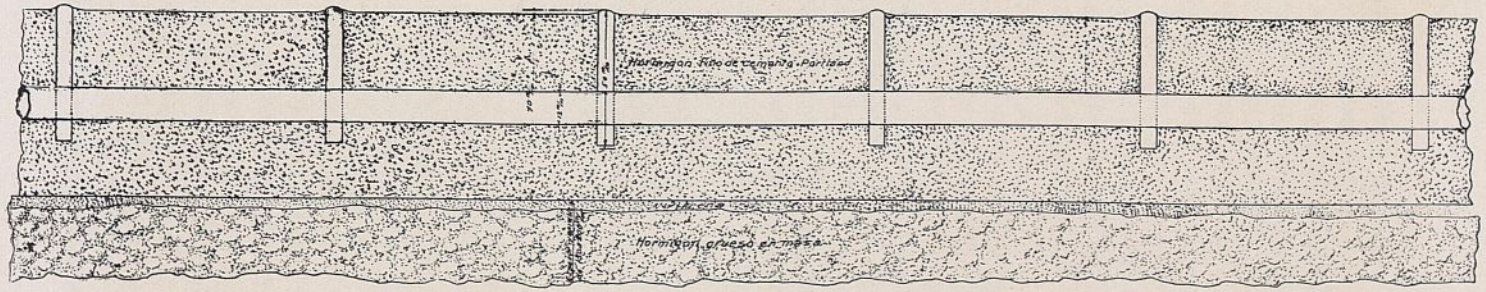
Figª 3
Poligonal para carriladas



Figª 4
Curvo para carriladas



Figª 5
Perfil longitudinal. Tamaño natural.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

en emplear la pavimentación de adoquines de piedra granítica perfectamente labrados y sentados con el mayor esmero.

Al principio, cualquier sistema bien hecho parece que da buenos resultados, pero, con el tiempo, la codicia de los contratistas y las transigencias de los funcionarios del Estado y Municipios son causa de que poco a poco vayan falseándose los procedimientos y el esmero en la construcción, y lo que en un principio dió resultados halagüeños, acaba por ser una cosa detestable.

En las calles y carreteras de extraordinario tránsito, se ha recurrido al empleo de carriladas de acero; pero ni aun este sistema, a pesar de su exagerado coste, satisface por completo a las necesidades del tráfico, cada vez mayor, de las grandes capitales.

Creyendo que merece la pena de llevar a cabo un ensayo, para intentar la solución de tan importante problema hemos ideado el sistema que pasamos a describir.

Consiste éste en dotar a cualquiera de los hasta ahora empleados, y, principalmente, a los de hormigón enlucido o asfaltado, de una serie de grapas de acero íntimamente unidas al material que se trata de reforzar, de tal suerte, que vengan a formar una serie continua de líneas de resistencia, tanto a la compresión, como al roce, para lo cual dichas grapas deben quedar embutidas en el material, pero saliendo a su superficie.

Esta idea primordial puede llevarse a cabo de infinidad de maneras; y el mérito de nuestro trabajo, aparte del que en sí pueda tener aquélla, ha sido el de estudiar los diferentes procedimientos, analizar sus ventajas e inconvenientes y deducir el que, a nuestro juicio, ha de dar mejor resultado.

Forma y dimensiones de las grapas.

Para la mayor facilidad de construcción y economía, las grapas conviene que puedan obtenerse de los mismos aceros comerciales de perfil corriente; y en tal supuesto, proponemos la adopción de simples llantas de acero.

La longitud de dichas llantas no conviene sea mayor de 50 a 60 centímetros, tanto para limitar los efectos de la dilatación del calor, como para facilitar su adaptación a las variadas formas que convenga darles, y de las cuales las principales se representan en la hoja de planos que se acompaña.

Sus dimensiones, en el sentido de grueso y anchura, ha sido objeto de detenido estudio.

Es natural que, para favorecer la resistencia, dichas llantas se colo-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

quen de canto; y en tal supuesto, un grueso que sea menor de 4 ó 5 milímetros no presentaría suficiente resistencia a la compresión y podría determinar en las envueltas de los carruajes que lleven llantas de goma verdaderas incisiones que ocasionarían su pronto deterioro.

Por otra parte, un espesor superior al ya indicado, además del aumento de coste, resultaría con un exceso de resistencia en pura pérdida.

Estas consideraciones nos han movido a dar a las llantas un espesor de 6 milímetros, con lo cual, y suponiendo que cada grapa tenga 50 centímetros de longitud, la superficie de apoyo sobre el hormigón que las envuelve será de $500 \times 6 = 3.000$ milímetros cuadrados; y admitiendo una resistencia del hormigón a la compresión de un kilogramo por milímetro cuadrado, cada grapa podrá soportar una carga de 3.000 kilos, a la que nunca llegará la producida por carros de dos ruedas (que es el caso más desfavorable); pues estos vehículos no suelen exceder, a plena carga, de 5 toneladas, que, repartidas entre las dos ruedas, resulta a 2.500 kilogramos por cada una; y teniendo en cuenta que, por la longitud de las grapas, nunca cargará en ellas más que una rueda, vemos que la dimensión apuntada es suficiente para el fin que nos proponemos.

En cuanto al ancho de las grapas, dimensión que, por la forma de ir colocadas, corresponde a la dirección vertical, ha de determinarse teniendo en cuenta, no sólo la resistencia, sino el medio de unión con el hormigón; y como éste, según luego veremos, debe consistir en unas varillas de acero que atraviesen las grapas, resultando próximamente en el centro del espesor de la capa de hormigón que constituye el sistema, cuyo espesor (por las razones que más adelante veremos, conviene sea de 60 a 80 milímetros), hemos venido a parar a que la anchura más indicada para las llantas que forman las grapas es la de 50 milímetros, colocadas en la forma que representa el perfil de la hoja de planos que se acompaña.

Distancia entre grapas.

Esta dimensión dependerá de la mayor o menor resistencia que queramos dar al pavimento. Para nuestros primeros ensayos, proponemos la de 10 centímetros entre ejes, por considerar que un espaciamiento mayor no protegería suficientemente al hormigón, y si con el que proponemos queda suficientemente protegido, no hay para qué disminuir el espaciamiento de las grapas, que, sin ventaja para la resistencia, elevaría el coste por metro cuadrado y dificultaría la mano de obra del tendido y apisonado de la capa de hormigón.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Medio de sujeción.

La consistencia del sistema de pavimentos que tratamos de ensayar está basada en la íntima unión de las grapas con el hormigón, a fin de que ambos materiales se complementen para la resistencia.

Podría cada grapa ir provista de apéndices salientes en su borde inferior, o de taladros en sus caras laterales, de modo que, introduciéndose el hormigón por ellos, al ser vaciado y apisonado impidiese (después de endurecido) que la llanta se moviese ni saltase; pero este sistema, en el cual la sujeción de las grapas con el hormigón depende de este último material, no nos inspira suficiente confianza, aparte de que tendría el inconveniente de aumentar considerablemente la mano de obra de cada grapa y, por lo tanto, su coste.

Por otra parte, cada grapa obraría independientemente de sus contiguas, siendo así que, por la forma de ir colocadas, puede conseguirse con gran sencillez que todas ellas o, por lo menos, las comprendidas en una superficie de un metro cuadrado, vengan a constituir un emparrillado, casi monolítico, sin más que atravesarlas a todas ellas por unas varillas de acero en la forma que representa el perfil longitudinal de un trozo de pavimento que se representa en los planos.

Estas varillas proponemos que sean tres en el largo de cada grapa; formadas por varillas de acero redondo de 12 milímetros, dimensión que hemos preferido, tanto porque, a partir de ella, los hierros comerciales son más baratos, como porque la sección transversal de cada encuentro de grapa y varilla alcanza una superficie de 72 milímetros cuadrados, que, a razón de 25 kilogramos de resistencia a la compresión, hacen que cada cruce pueda resistir $72 \times 25 = 1.800$ kilogramos; y como la carga, por el paso de los carros, se repartirá, por lo menos, entre dos cruzamientos, la carga que podrán soportar será de 3.600 kilogramos, superior a la que han de verse expuestos por lo ya apuntado anteriormente, de que siendo el caso más desfavorable el del peso de un carro de dos ruedas con la carga máxima que éstos suelen llevar, y que nunca excede de 5 toneladas, y no pudiendo en ningún caso obrar sobre cada grapa más que una rueda, no llegará nunca a 3.000 kilogramos la carga que resulte para cada par de cruzamientos.

Material envolvente y su espesor.

En todo lo que llevamos expuesto hemos supuesto que el material en el que los engrapados han de ir envueltos es el hormigón; y debemos añadir que debe ser hormigón fino formado con cemento portland de las mejores marcas, arena limpia y lo más cuarzosa posible, y gravi-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

lla menuda en la proporción de 300 kilos de cemento por cada 400 decímetros cúbicos de arena y 800 de gravilla, cuya mezcla, después de batida y apisonada, debe producir un metro cúbico de hormigón.

Este material es, en efecto, el que consideramos más adecuado, tanto por lo íntima que resulta la unión del hierro y el cemento, como por ser los materiales de más fácil obtención y manejo.

No obstante, cabría hacer pruebas con otros materiales, tales como los adoquinados, entarugados y asfaltados; pero ninguno de ellos creemos que habría de resultar ni tan económico ni tan adecuado como el hormigón de cemento portland.

Los pavimentos modernos están constituídos por dos capas: la inferior, que casi siempre es un engravado u hormigón en masa con cal hidráulica, y la superior, que varía según la clase y unas veces es un empedrado o adoquinado sentado sobre una capa de arena, o bien un entarugado, rellenas sus juntas con alquitrán, o, finalmente, una segunda capa de hormigón de cemento portland enlucido de mortero fino del mismo material o asfaltado.

El espesor de la capa inferior debe depender de la naturaleza del subsuelo, y oscila entre 15 y 25 centímetros.

El espesor de la capa superior, que es la que constituye el sistema, depende de la naturaleza de éste y del grado de resistencia que se le quiera dar.

En los pavimentos de hormigón, este espesor es muy variable: desde un simple enlucido de la capa inferior, que sólo se le dan un par de centímetros de grueso, hasta los 10 ó 12 centímetros que suelen darle los que se proponen hacer una obra resistente, se emplean todos los espesores intermedios.

Debemos hacer constar que, de todos los sistemas de pavimentos conocidos, el de hormigón de cemento portland (bien hecho) es el que consideramos como el mejor bajo todos los conceptos, y es, por lo tanto, el que aceptamos para el ensayo de nuestro sistema, que, más que de pavimentación propiamente dicho, es de refuerzo de cualquier sistema a que se aplique.

Así, pues, lo que pretendemos ensayar es si el engrapado de acero constituído en la forma que dejamos descripta aplicado a los pavimentos de hormigón de cemento portland puede dar a este sistema la resistencia de que carece, tanto al roce como a los choques con los cuerpos duros, como son las llantas de los carros y las herraduras de las bestias de tiro.

Para el fin que nos proponemos, sobre la capa inferior de hormigón en masa de cal hidráulica y grava o piedra machacada, se tenderá una ligera capa de arena, que no ha de tener más objeto que el de llenar los

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

huecos que presente en su superficie la capa inferior y hacerla independiente de la superior para que no se transmitan a ella las contracciones y, como consecuencia de ellas, los agrietamientos de la capa inferior.

La capa superior, que es la que ha de llevar el engrapado, puede tener más o menos espesor, y este es uno de los extremos que debemos experimentar.

Un espesor de más de 10 centímetros lo consideramos innecesario y expuesto a que las contracciones del material hormigón, no bastando la resistencia del engrapado para evitarlas, acabasen por determinar grietas en su superficie.

Si el espesor del hormigón fuese tan sólo de los 5 centímetros de altura que tienen las grapas, como las varillas que las atraviesan deben ir próximamente al centro del espesor de la capa de hormigón, quedaría sobre ellas tan sólo un espesor de 18 milímetros, que estimamos insuficiente.

En su consecuencia, proponemos que las varillas que deban atravesar las grapas lo hagan a 30 milímetros de profundidad, a contar desde el borde superior de aquéllas; y teniendo en cuenta el diámetro de las varillas (12 milímetros) y otros 30 milímetros de espesor de hormigón que deben quedar por debajo de las varillas, componen un espesor total de 72 milímetros, que, redondeando la cifra, dejamos en 70, y que es la que hemos aceptado en el perfil figura 5 de los planos.

Diferentes clases de engrapados.

Réstanos apuntar algunas ideas sobre un inconveniente que tememos pueda tener el sistema de pavimentos que proponemos y la manera de evitarlo.

El inconveniente a que nos referimos es el de que sea algo más resbaladizo para las caballerías que la generalidad de los empleados hasta la fecha.

El resbalamiento en sentido transversal de las grapas no es de temer; pues como sus bordes, por efecto del mayor desgaste del hormigón, quedarán algo resaltados, vendrán a constituir un estriado que evitará el indicado inconveniente.

Por el contrario, en sentido longitudinal de las grapas, cabe el que los animales herrados puedan resbalar; y aunque esto será poco probable en calles estrechas o carreteras, donde la marcha de las caballerías tendrá lugar en sentido transversal a la dirección de las grapas, no sucederá lo mismo en las plazas y calles anchas donde la circulación se verifique en todas direcciones.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Para evitar el inconveniente que apuntamos, conviene darles a las grapas la forma poligonal que se representa en la figura 2 de los planos, con lo cual el estriado que formará sus bordes se presentará en todas direcciones.

Otro inconveniente que puede tener el sistema que nos proponemos ensayar es el de su elevado coste, sobre todo mientras el hierro y el cemento portland se sostengan al precio que actualmente tienen; pero como el coste de un pavimento depende del número de años de vida que pueda tener, si con el que nos proponemos se triplica su duración y, en cambio, sólo se duplica su coste, no cabe duda de que resultará más económico que aquel con quien se compara.

Hay además otra circunstancia que debe tenerse en cuenta al considerar la cuestión desde el punto de vista económico, y es el entretenimiento que unos y otros sistemas requieren para sostenerlos en buen estado de servicio, y que si el resultado de los ensayos corresponde a nuestras esperanzas, con los pavimentos engrapados creemos que podrán quedar suprimidos casi en absoluto los gastos de entretenimiento.

Finalmente, nuestro sistema puede ser empleado sólo para carriladas combinado con otro cualquiera de los empleados, incluso con el simple afirmado de las carreteras, para lo cual bastará establecer una o dos pistas formadas cada una por dos carriladas de una anchura igual al largo de las grapas (50 centímetros), espaciadas 1,30 metros entre ejes, que es el ancho medio entre ruedas de los diferentes carruajes."

"NUEVO SISTEMA DE PRESAS PARA CANALES Y PANTANOS

Por D. Angel Arbex, *General de Ingenieros.*

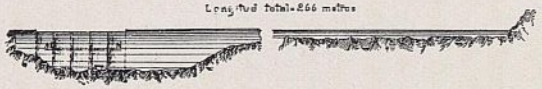
ANTECEDENTES

Hace cuatro años me hallaba terminando las obras de una presa que había proyectado y contratado con la Comunidad de Regantes de Poleñino.

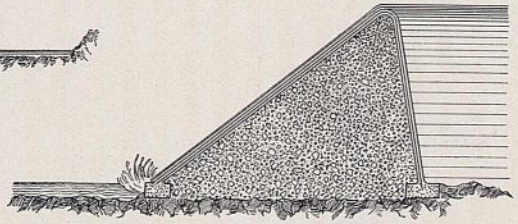
Esta obra, por circunstancias locales y la escasez de recursos de dicha Corporación, hube de proyectarla dentro del mayor espíritu de economía, y al efecto me limité a emplear una simple escollera de piedra sumamente deleznable tomada de las mismas márgenes del río, único material de que podía disponer; pues hallándose el punto de emplazamiento de la presa a 11 kilómetros de la estación del ferrocarril más próxima, siete de los cuales habían de recorrerse por malas veredas

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Alzado de la Presa y Perfil del Rio

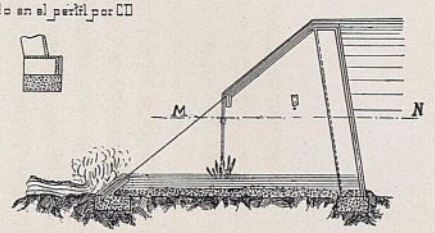


Perfil por AB

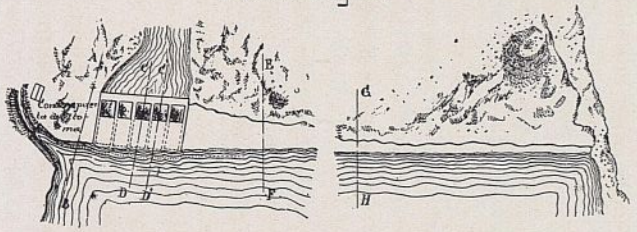


Detalle del desagüe de fondo en el perfil por CD

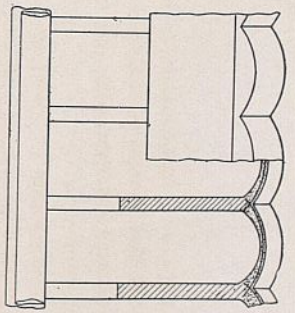
Perfil por CD



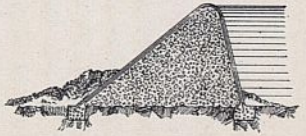
Plano de conjunto



Planta y seccion horizontal por MN



Perfil por EF



Perfil por GH

Embalse

Seccion recta de una arcada

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

a través de tierras de cultivo, no cabía pensar en el transporte de más materiales que los más indispensables y fáciles de transportar.

Como la piedra de que podía disponer, por su excesiva blandura, no servía para mampostería, me propuse proteger la escollera, cubriéndola con una envuelta de hormigón armado, para lo cual, a duras penas, contaba con la arena y gravilla necesarias tomadas del lecho del mismo río. La presa había de tener una longitud de 262 metros, de los cuales 54 correspondían al verdadero cauce del río, y el resto, formando una especie de malecón en su orilla derecha, para elevar la rasante del coronamiento de la presa hasta 12 metros de altura sobre el lecho del río.

En el cuadro que acompaña a esta Memoria puede verse el plano de conjunto y alzado de la presa, así como los perfiles por AB, EF y GH, que dan idea de la constitución de la obra tal y como en un principio fué proyectada y construída.

Unas horas de trabajo faltaban para terminar la envuelta de hormigón armado protectora de la escollera, cuando sobrevino una gran tormenta, y, como consecuencia de la cual, una gran crecida del río Flumen, que dió lugar a que el embalse que había de producir la presa (que se estaba ya produciendo desde dos días antes, y que se calculaba debía tardar tres o cuatro días más en terminarse hasta la altura del coronamiento de la presa) se produjese súbitamente en un par de horas, a consecuencia de lo cual el agua, al saltar por encima de la presa, se introdujo por el pequeño espacio de envuelta que faltaba terminar (unos dos metros cuadrados), y penetrando en su interior, convirtió a la presa en un depósito de agua, cuyas paredes, constituídas por la envuelta de hormigón armado, sometidas a un esfuerzo para el que no estaban calculadas, reventaron y determinaron la rotura de la presa en el centro del cauce del río donde mayor era su altura y en una longitud de unos 30 metros.

Obligado por el contrato que con la Comunidad de Regantes de Poleñino tenía, a reconstruirles a mis expensas la presa en la parte destruída; no contando ya ni siquiera con la piedra que formaba la escollera, por haberla arrastrado el río en su crecida, y aleccionado por la experiencia del percance sufrido, traté de construir la parte destruída substituyendo el sistema por otro que, sin ser más costoso, resultase más resistente y no expuesto a la misma contingencia que el proyectado en un principio.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

NUEVO SISTEMA ADOPTADO

Era preciso construir la parte de presa destruída en 30 metros de longitud y 12 de altura, aprovechando los materiales que el río no había podido arrastrar, consistentes en unas tres toneladas de hierro en barras de redondo de 16 y 20 milímetros, de los que constituían la armadura de la primitiva envuelta, y unos 500 metros cúbicos de piedra entre la de la primitiva escollera, que, por su mayor tamaño, había dejado el río a poca distancia, y la que aun podía sacarse de sus márgenes.

Después de un detenido estudio y algunos tanteos, decidí organizar la parte de presa que había de reconstruir por medio de una serie de muros de mampostería hormigonada de un metro de espesor y perfil triangular de 18 metros de base por 11,60 de altura, que pueden verse en el perfil por CD del cuadro que se acompaña, espaciados entre sí 5 metros.

Estos muros sirven de apoyo a una serie de arcadas de hormigón armado de 5 metros de luz y uno de flecha, que cierran los espacios entre los muros por su costado de aguas arriba y constituyen, por lo tanto, la verdadera presa (sección horizontal por MN). Los otros bordes de los muros sirven de apoyo a una losa continua, también de hormigón armado, que constituye la superficie de derrame y que, partiendo de los bordes superiores de las arcadas, baja hasta la distancia de unos 5 metros, donde termina con un reborde inferior en forma de goterón.

He interrumpido esta superficie de derrame en lugar de continuarla hasta el lecho del río porque, de haberlo hecho así, temía que el agua, al caer por la superficie de derrame con la gran inclinación que tiene, produjese en el lecho del río socavaciones que, para evitarlas, obligaban a construir un zampeado quizás tan costoso como la misma presa, por lo cual he ideado la disposición que puede apreciarse en el perfil por CD. Consiste ésta en formar a la terminación de la superficie de derrame otra pequeña presa de metro y medio de altura, de modo que entre muro y muro quede constantemente una capa de agua de más de un metro de altura sobre la que caiga la que salte por el coronamiento de la presa, viniendo a constituir un zampeado hidráulico.

El golpe de la caída del agua que vierta por la presa, en lugar de producirse directamente sobre el lecho del río, queda amortiguado por la capa de agua que entre los muros queda detenida, no vertiendo al lecho del río más que de la altura que se ha dado a la pequeña presa en que termina la primera.

Como lo que me propongo en esta reducida Memoria es tan sólo

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

dar a conocer el sistema empleado, no necesito entrar en razonamientos ni cálculos analíticos ni gráficos con que demostrar la estabilidad y resistencia de la obra ejecutada, tanto más inútiles cuanto que la mayor prueba de lo que con el cálculo pretendiere demostrar está en que la obra lleva más de dos años de terminada resistiendo las torrenciales avenidas del río Flumen.

En el cuadro que se acompaña, además del plano y alzado de conjunto y de los perfiles por los puntos que he creído más conveniente para dar a conocer la organización, tanto de mi primitivo proyecto, como del modificado para la reconstrucción de la parte destruída, puede verse en escala mayor la constitución de una de las arcadas y sirven para completar la descripción las dos perspectivas que completan el referido cuadro.

Todas las dimensiones han sido deducidas del cálculo de los diferentes elementos y comprobadas después por el cálculo gráfico.

Los empujes producidos por la presión del agua sobre las arcadas quedan mutuamente contrarrestados, y las reacciones, en sus arranques, son resistidas y transmitidas hasta el enrase de cimientos por los muros de perfil triangular, que vienen a desempeñar un papel análogo al de las pilas de un puente.

CONSECUENCIAS

La obra que a grandes rasgos acabo de describir, y cuya organización puede decirse que ha sido casual y debida a las circunstancias, puede, a mi juicio, servir de base para un nuevo sistema de presas que en determinadas circunstancias podrán ser la solución más económica, rápida y expedita del problema que se trata de resolver."

"NOTAS SOBRE LA CONSTRUCCION DE CARRETERAS Y FERROCARRILES

Por D. José Bores y Romero.

CONCLUSIONES

Primera. *a*) No deben invertirse en construcción de carreteras más que las sumas necesarias para concluir los trozos empezados y para ir construyendo los meramente precisos para el enlace más próximo con otra carretera, camino, pueblo o estación de ferrocarril.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

b) No deben emplearse sumas considerables en reparar o reconstruir carreteras si al mismo tiempo no se adoptan las normas precisas para asegurar la eficacia y duración de las mismas reparaciones o reconstrucciones.

SEGUNDA. Salvo el caso de líneas de gran interés nacional o internacional, los ferrocarriles comprendidos en los planes del Estado se construirán por medio de Juntas regionales o especiales, y con fondos mixtos, subvenciones del Estado e ingresos y recursos que se les concedan, y en orden determinado por la mayor productividad probable de las líneas de cada región o grupo. Juntas u organismos también especiales estudiarán y prepararán todo lo relativo a las diversas cuestiones que en sí lleva actualmente el problema total ferroviario.

TERCERA. Las Juntas u organismos regionales o especiales tendrán a su cargo, no sólo los ferrocarriles, sino las carreteras y caminos ordinarios de toda clase, con la debida separación de fondos y recursos, debiendo gozar de la mayor autonomía compatible con las funciones superiores e inspectoras del Gobierno central."

"DEFENSA DE GAVIONES EN LOS PUENTES CONTRA LAS SOCAVACIONES DE LOS RÍOS

Por D. WIFREDO DELCLÓS.

RESUMEN

Las socavaciones en los cauces de los ríos producen dos efectos: el de erosión en el lecho y en las márgenes, y el de remover los materiales del fondo durante las crecidas por la fuerza viva de la corriente. Para impedir la erosión en el lecho cuando se trata de defender un puente, bastará con colocar aguas abajo y cruzando el río, tablestacados o rastrillos de contención enrasados al nivel del fondo del río y profundizados hasta donde las socavaciones no sean de temer.

El segundo efecto, o sea el de la movilidad de los materiales del cauce, es muy de temer en aquellos puentes que no están cimentados con macizos profundizados hasta el terreno insocavable sino con sistemas resistentes por rozamiento lateral, como son los pilotajes. La defensa contra este efecto es evitar esa movilidad; y el mejor medio para ello es la substitución de las primeras capas del fondo del río por otras formadas por materiales resistentes a las acciones dinámicas de la corriente; substitución que puede sólo hacerse alrededor de los apoyos de

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

la obra o en todo el ancho del río, siendo preferible lo segundo, que son los zampeados.

Los zampeados pueden ser rígidos o flexibles. Tienen los primeros, que son los de fábrica, el inconveniente que cualquier pequeño asiento del terreno origina un hueco debajo del zampeado, que puede ir aumentando hasta producir la rotura de éste.

El inconveniente citado se salva empleando gaviones; es decir, cajones de malla metálica rellenos de piedra, que proporcionan un zampeado flexible, con la doble ventaja de la facilidad de su ejecución y de que las avenidas sucesivas van consolidando el zampeado por el relleno de arena.

Para defender las márgenes, y por las mismas razones de flexibilidad que hemos dicho antes, se deben emplear revestimientos de gaviones, que pueden colocarse, bien en forma de grandes sillares, constituyendo un muro en talud, o bien por medio de gaviones de poco espesor colocados siguiendo el talud de la margen.

CONCLUSIÓN

En todos aquellos ríos de régimen torrencial que tengan, por lo tanto, sequiajes pequeños y avenidas de mucha importancia, deben defenderse los puentes, sobre todo los que tienen cimientos que resisten por rozamiento lateral, mediante un revestimiento completo de gaviones rellenos de piedra en toda la sección transversal de su cauce. Esta defensa debe ser completada, en caso necesario, por tablestacados o rastrillos transversales aguas abajo del puente."

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

SECCIÓN 1.ª

CONCLUSIONES APROBADAS
PREVIA MODIFICACIÓN

PRIMERA

"Tramitación de los expedientes de concesiones de aguas".

a) Todo proyecto que se presente que no sea como consecuencia de una petición previa, hecha con arreglo al art. 9.º del Real decreto de 5 de septiembre de 1918, o por efecto de una información pública en la forma del art. 10, será desechada en el acto.

b) En el día y hora en que termine la información pública del referido art. 10, se presentará al Ingeniero-Jefe el libro de registros de entrada de las peticiones, para que lo señale en forma que no puedan registrarse otras nuevas.

c) En todas las Jefaturas de Obras públicas se llevará un libro de registro de peticiones y concesiones, con los planos anejos necesarios, para que, en cualquier momento, al formularse una nueva petición, pueda comprobarse si las aguas a que afectan están de antemano pedidas o concedidas.

d) En el caso de que el río sea límite de dos provincias, cualquier petición formulada en una de ellas será inmediatamente comunicada a la otra para su inscripción en el registro de peticiones o concesiones, o para saber si las aguas estaban de antemano pedidas en aquella provincia, y, en caso afirmativo, denegar la segunda petición.

e) Las peticiones que se formulen de resultas de la caducidad de otra concesión o título de derecho cualquiera, no serán admitidas.

f) Una vez emitidos todos los informes y hecha propuesta por el

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Ingeniero-Jefe, el Ingeniero del peticionario podrá hacer las observaciones que crea necesarias y éstas se unirán al expediente para los trámites sucesivos.

g) Las deficiencias en los documentos presentados con la petición han de ser subsanadas forzosamente antes de la confrontación.

h) Además de todo esto, deben dictarse lo antes posible las disposiciones oficiales necesarias para la concesión, de una manera permanente y sin necesidad de expediente ninguno en el ministerio de Hacienda, la ventaja que para los saltos de agua de más de 1.000 caballos otorga la ley de 2 de marzo de 1917; y asimismo se aclarará el artículo 3.° del Real decreto de 2 de septiembre de 1918, en el sentido de que para la inscripción de los aprovechamientos en los Registros, bastará con justificar tener la correspondiente concesión administrativa, y, en caso contrario, seguir los trámites que se indican en el referido artículo del Real decreto; y, por último, que la revisión de concesiones y peticiones por los Gobernadores civiles, a que hace referencia el artículo 7.°, se considera obligatoria, aun transcurridos los seis meses desde la fecha del Real decreto.

SEGUNDA

"Orientaciones sobre la concesión y tributación de los saltos de agua".

a) En todo cuanto se refiere a las concesiones de aguas públicas para usos industriales, el primero y fundamental objetivo que debe sustentar el Estado es conseguir el más pronto y mejor aprovechamiento de la energía que aun falta a nuestra economía.

b) El régimen de libertad contenido en nuestra legislación modelo sobre aguas públicas no debe ser substituído por otro de recelos y restricciones que contrarían y produzcan el efecto de tender a un sistema de exclusivismo y monopolio que matara todo desarrollo ulterior y perjudicase a todas las industrias derivadas a los intereses de la Nación.

c) Los organismos del ministerio de Fomento son los únicos capacitados para estudiar, proponer y aplicar las reformas que deban introducirse en la ley de Aguas, en armonía con el apartado *a)*.

d) El Gobierno tomará todas las medidas conducentes: 1) para estimular la construcción en España de la maquinaria y material para los saltos y transportes; 2) para reformar la ley de Expropiación forzosa de modo que permita tomar pronto posesión de los terrenos y artefactos expropiables así como, en todo caso, para imponer la co-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

rrespondiente servidumbre sobre los terrenos inundados por el remanso y evitar los abusos a que ahora han de doblegarse las Empresas; 3) para activar la construcción de las vías de comunicación necesarias. incluso contratándolas directamente con las mismas Empresas de los aprovechamientos, siempre que formaren parte de los planes del Estado; 4) para suprimir tramitaciones complicadas para las reformas, ampliaciones o mejoras de los proyectos de los mismos aprovechamientos; 5) para la construcción de redes generales de transporte y distribución de la misma energía.

TERCERA

"Principios generales en que se debe basar la resolución del problema ferroviario".

a) No hay posibilidad de desarrollar la riqueza de un país sin contar con una completa y extensa red de comunicaciones ferroviarias.

b) Es absolutamente preciso construir, sin pérdida de momento, todos los ferrocarriles que España necesita para responder al tráfico actual y para permitir el desarrollo del que su potencialidad económica es capaz de crear.

c) El Estado debe construir, en general, directamente los ferrocarriles y, sólo por excepciones, otorgar concesiones a particulares y sin auxilio de ninguna clase.

d) La construcción no debe hacerse con cargo a los presupuestos ordinarios, sino mediante la emisión de Deuda especial, de tal manera, que cada línea pueda disponer, en todo momento, de las cantidades precisas para el rápido desarrollo de las obras hasta su terminación.

e) Se creará una entidad con amplias facultades para administrar los fondos y dirigir la construcción de todas las nuevas líneas de España, la cual funcionará con la mayor autonomía.

f) Esta entidad tendrá a su cargo la explotación de los ferrocarriles que se vayan construyendo y constituyen la red del Estado.

g) Al decidir el orden de prelación en las nuevas construcciones de ferrocarriles, debe darse la preferencia a los que sirven para completar la red principal, al mismo tiempo que se amplíen y perfeccionan las instalaciones de la existente, tendiendo a realizar una acción conjunta que satisfaga las necesidades nacionales y simultaneándolos con aquellos que permitan atender a importantes necesidades.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

CUARTA

"Los ferrocarriles internacionales y la red peninsular".

Considerando de interés primordial para España la urgente resolución del problema nacional ferroviario, estima el Congreso debe ser resuelto determinando previamente, y teniendo en cuenta los intereses nacionales, las características fundamentales del mismo.

A tal fin, acuerda pedir al Gobierno proceda rápidamente al estudio y resolución de las cuestiones siguientes:

PRIMERA. *a)* Estatificación de nuestro sistema ferroviario.

b) Unificación de la red y anchos de vía que deban adoptarse.

c) Naturaleza de la tracción y unificación de tipos de material móvil.

d) Fórmulas y procedimientos legales necesarios para la adopción de las resoluciones recaídas sobre los apartados anteriores.

SEGUNDA. Determine la red nacional ferroviaria integrada de las actuales líneas, mejoradas y reformadas con arreglo a su resolución anterior y de las de nueva construcción, marcando los procedimientos más adecuados para efectuar rápidamente las mejoras y construcciones precisas y fijando el sistema más conveniente de explotación.

a') Es conveniente tener un solo ancho de vía en la Península Ibérica para la red de ferrocarriles de interés general.

b') Procede nombrar una Comisión nacional que estudie, previamente a toda modificación y en plazo breve, si ha de conservarse en dichos ferrocarriles el ancho de vía de 1,67 metros, o si es más conveniente el estrechamiento hasta el de 1,435 metros de la red continental centroeuropea, proponiendo en este último caso, detalladamente, la forma administrativa de llevarlo a cabo con las garantías precisas para su realización.

QUINTA

"Los ferrocarriles internacionales y la red peninsular".

a) El estudio de los trazados de todas las líneas directas entre costas y fronteras se hará a base de comparación de cuantas soluciones quepan en el problema, dentro de los términos en que el Gobierno crea oportuno plantearlo, sin olvidar soluciones basadas en el aprovechamiento de las líneas existentes.

b) El Congreso acuerda que, planteado uno de estos proble-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

más, conviene abreviar su tramitación, y que la realización de la base anterior obliga a dotar ampliamente las Comisiones de estudio, para que las comparaciones, por su número y precisión, ofrezcan las máximas garantías de acierto.

SEXTA

"Modificaciones que deben introducirse en nuestras prácticas administrativas para la mejor conservación de las carreteras".

a) Se estudiará en cada región, atendiendo a sus condiciones climatológicas, a sus carreteras y a su tráfico, el coste medio anual de la conservación para cada Jefatura, debiendo asignársele esta cantidad en los presupuestos sin merma alguna, una vez que se compruebe por el Negociado o la Sección.

b) Esta cantidad estará a disposición del Ingeniero-Jefe, quien hará el reparto entre las distintas carreteras, invirtiendo la cantidad en la forma más conveniente y sin traba de ningún género y bajo su responsabilidad, debiendo justificar en cualquier momento la cantidad invertida y la que tiene en Caja, pero sin tener que hacer reintegro alguno; todo en forma semejante a la contabilidad de las Juntas de Obras.

c) Se transformará el tránsito actual de carros de dos ruedas de llantas estrechas y de reata hasta convertirlo en tránsito de cuatro ruedas con tiros de potencia; para ello se gravarán con impuesto progresivo los carros de dos ruedas; impuestos directamente proporcionales a la reata e inversamente proporcionales al ancho de la llanta.

d) Se reformará el Cuerpo de Peones camineros, alejando su nombramiento de las influencias políticas, dando mayor autoridad a la Jefatura para sus sanciones y creando un retiro o jubilación forzosa para el peón de más de sesenta años, o para el que, antes de esta edad, no pueda trabajar después de veinte años de servicios al Estado.

e) Se robustecerá si es preciso, con empleo de armas, la autoridad del peón, y las multas todas por contravención a los Reglamentos de carreteras se impondrán por la Jefatura de Obras públicas, con alzada ante la Dirección general de Obras públicas, por analogía a lo que hace el Cuerpo de Ingenieros de Montes.

f) Se reglamentará, lo antes posible, todo lo concerniente al ancho de llantas y a cuanto se refiere a la circulación en las carreteras.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

SEPTIMA

"Sobre reorganización de servicios".

El Congreso de Ingeniería ruega al Gobierno que aplace toda medida fundamental relativa a reorganización de servicios en tanto no pueda proponer las que juzga imprescindibles, para la mejor administración de las obras públicas, a cuyo efecto se propone continuar estudiando este problema, con la mayor urgencia, en la Sección 12.ª, que ha de quedar abierta.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

SECCIÓN 2.ª

MATERIAL DE TRANSPORTES Y CONSTRUCCIÓN NAVAL

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

SECCIÓN 2.ª

PRESIDENTE

Ilmo. Sr. D. Gonzalo Rubio, Coronel de Ingenieros de la Armada.

SECRETARIO

D. Mariano Bastos, Ingeniero Industrial.

ACTA DE LA SESION CELEBRADA EL DIA 18 DE NOVIEMBRE DE 1919

Se abre la sesión a las diez y media de la mañana.

El señor Presidente de la Sección, D. GONZALO RUBIO, pronuncia un discurso de salutación, y propone el nombramiento de Presidente honorario de la misma a favor del Ministro de Marina, que fué aceptado por aclamación.

El señor Secretario, D. MARIANO BASTOS, lee el trabajo siguiente de D. Joaquín Ortiz de la Torre:

"¿QUE NECESITAN LOS CONSTRUCTORES ESPAÑOLES PARA PROYECTAR Y CONSTRUIR BUQUES, MAQUINAS Y CALDERAS QUE RESPONDAN EXACTAMENTE A LAS PETICIONES DE LOS ARMADORES?

Por D. Joaquín Ortiz de la Torre, *Ingeniero de la Armada.*

Entre los especiales problemas cuya solución debe encontrar el Arquitecto naval, figura, quizá como el más importante, el estudio de las dimensiones y forma del casco de los buques que proyecta y el de sus propulsores, para que, dentro de las demás condiciones que se le pidan,

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

alcancen la velocidad prevista con el mínimo consumo de potencia motriz; la cual habrá de calcular además como dato indispensable para el desarrollo de su proyecto, para el que necesita conocer el peso de las máquinas y también para que el constructor de ellas pueda proporcionarlas debidamente.

En los antiguos tiempos de navegación exclusivamente a vela, el problema se presentaba en términos muy distintos, pues aun cuando fuera naturalmente objetivo del constructor naval el que sus buques fueran lo más veloces posible en igualdad de circunstancias, no era posible fijar a priori la velocidad a conseguir dependiente de las circunstancias aleatorias del viento; y, por otra parte, no necesitándose consumir combustible alguno para la producción de la energía propulsora, la distancia franqueable por el buque o, como suele también decirse, su radio de acción, resultaba ilimitado. Al aparecer los buques de motor, esto es, dotados de medios autónomos de propulsión, el planteamiento del problema, repetimos, cambió radicalmente: la velocidad se fija de antemano, y la distancia que el buque debe poder recorrer sin aprovisionarse también se da como dato del proyecto; resultando en definitiva que, desde el punto de vista de la propulsión, la cuestión planteada al Ingeniero naval, al proponerse el desarrollo de un proyecto de buque, puede formularse en los términos siguientes: determinar las dimensiones y forma de una carena o parte sumergida del casco del buque, lo más conveniente posible para transportar a una cierta distancia y con una velocidad media prevista, determinada cantidad de mercancías, pasajeros o armamentos militares, de tal modo, que resulte el menor posible el desplazamiento o peso del buque considerado, y mínimo también el del combustible al efecto necesario. Forma también parte del problema la determinación de la forma y dimensiones del propulsor de mayor rendimiento asociado a la carena determinada, como antes se dice.

La complejidad del problema antes enunciado salta a la vista, si se considera que la alteración de cualquier elemento de los que integran un buque produce la de todos los demás, pues todos son variables de la función, peso del mismo, igual por el principio de Arquimedes al del agua desplazada por la parte sumergida de su casco; pero de entre todas las características que determinan sus condiciones, es preponderante en grado sumo la velocidad que debe desarrollar. Durante mucho tiempo se empleó como fórmula para determinar la potencia P necesaria para dar a un buque de desplazamiento D la velocidad V, la llamada del Almirantazgo,

$$P = \frac{V^3 D^{2/3}}{C}$$

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

en la que *C* es un coeficiente de valor tan variable, a no tratarse de buques exactamente semejantes, que ha hecho que no se emplee actualmente sino en los casos de que dicha semejanza se verifique muy aproximadamente. De todas suertes, tal fórmula sirve para corroborar la importancia precedentemente señalada que el elemento velocidad tiene en las características de todo buque, y explica la razón de los enormes desplazamientos a que fué forzoso llegar en los transatlánticos rápidos destinados a la línea de la Gran Bretaña a los Estados Unidos de América, a causa de la elevada velocidad de los mismos, no obstante ser relativamente moderado el peso útil de carga que dichos buques pueden conducir.

Si se reflexiona, por último, que la mayor o menor economía con que un buque puede transportar su carga es característica que se refleja en el rendimiento económico del mismo, no sólo por el menor gasto de combustible, sino también por la mayor cantidad de carga que paga, flete que el buque puede conducir, y reflexionando, por último, que, para una determinada carga conducida, el buque que exija menos fuerza de máquina para su propulsión significa menor coste, no sólo de la máquina, sino también del casco del mismo, se comprende la importancia económica que tiene, primeramente, para su armador, y, en consecuencia, para la comunidad, por la influencia del precio de los fletes en los de las mercancías. Con mucha razón dice en uno de sus libros consagrados al estudio de la propulsión de los buques el ilustre Ingeniero naval norteamericano Mr. Taylor, actual Director de las Construcciones Navales de dicho país, que el mayor o menor acierto que haya tenido el proyectista de un buque, en cuanto a sus condiciones propulsivas, se refleja perennemente durante toda su existencia en los libros de comercio de su armador, aunque, desgraciadamente, de tales datos no pueda deducir la manera de conseguir en futuras construcciones mejor resultado.

Por las razones antes enunciadas, y tratando de la contestación al punto del cuestionario redactado por la Comisión organizadora de este Congreso (Sección 2.ª: Transportes y construcciones navales), que pregunta: "¿Qué necesitan los constructores españoles para proyectar y construir buques, máquinas y calderas que respondan exactamente a las peticiones de los armadores?", hemos creído que deben señalarse como de necesidad primordial al efecto, que en el país puedan encontrar los mencionados constructores los recursos indispensables para poder estudiar sus buques en cuanto a la propulsión se refiere, de modo que resulten lo más económicos posible, y que, en cuanto a tal cualidad, respondan a los deseos de sus armadores.

Antes de especificar los elementos al efecto necesarios, permítasenos,

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

para dar más método a la exposición del asunto, exponer sumariamente el estado actual de las teorías de Arquitectura naval referentes a las cualidades propulsivas de los buques, en la inteligencia que no pretendemos en modo alguno hacer un estudio completo de la cuestión, que podrán encontrar los interesados en la especialidad en cualquiera de las numerosas obras publicadas que a ella se refieren.

* * *

Desde luego debe hacerse una primera división general de la materia al tratar del estudio de la propulsión de los buques. Primeramente, en efecto, precisa conocer la resistencia que el buque encontrará al moverse en el agua a una velocidad determinada y la manera de afectar sus características a la mencionada resistencia. En una palabra: es necesario conocer la resistencia que ofrecerá el buque para ser remolcado a la velocidad que se desee. En segundo lugar, precisa proyectar un propulsor que produzca el empuje necesario, esto es, igual a la resistencia de remolque antes citada, con el mínimo consumo de fuerza motriz, o sea con rendimiento máximo cuando funcione (si es una hélice naval, que es el caso ordinario y único que consideramos) detrás de la carena considerada.

Al avanzar la carena de un buque a través del agua, produce en el medio ambiente numerosas perturbaciones que absorben energía y son causa, en definitiva, de la resistencia que a su avance se opone; y, dada la dificultad de otros problemas aun mucho más sencillos de hidrodinámica, es de suponer la que significaría el querer tratar matemáticamente el caso que nos ocupa con el propósito de sacar consecuencias inmediatamente útiles al proyectista naval. Desde luego, y a poco que sea algo grande la velocidad que anime al buque, se observa que se producen dos sistemas de olas: uno, en la proa, y en la popa (menos aparente), el otro. Estos sistemas de olas se componen de olas divergentes y de olas transversales. Lord Kelvin, estudiando matemáticamente el caso de un punto de presión que se traslade en una masa líquida, ha deducido que produce un sistema de olas divergentes, terminadas por olas transversales de ejes ligeramente curvos con sus extremos sobre líneas inclinadas un ángulo constante sobre la dirección de propagación de la perturbación. Aun cuando, en el caso de un buque en movimiento, no se trate evidentemente de un punto de perturbación, el mecanismo del fenómeno es semejante, y los sistemas de olas formados tienen, como se ve por la práctica, bastante semejanza. Otros casos de propagación de perturbaciones en una masa líquida se han

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

estudiado teóricamente, y las circunstancias del fenómeno corresponden bastante bien con las de la realidad. Ahora, una formación de olas no puede verificarse sino a expensas de un gasto de energía que continuamente transporte y disipe, mediante una traslación de forma, el sistema considerado, cuya formación exige, pues, un ajustamiento continuo de la energía necesaria para los medios propulsivos del buque. Se comprende también que de la posición de las crestas de los sistemas de olas creados a proa y a popa del buque dependerán las interferencias que se produzcan entre ambos y, por tanto, el gasto de energía que del sistema resultante se deduzca. Puede, pues, *grosso modo*, sospecharse la influencia que en la pérdida de energía tiene a una velocidad determinada la longitud o eslora del buque, y que asimismo un diagrama trazado sobre dos ejes coordenados de velocidades y resistencias debidas a la formación de olas ha de tener un aspecto oscilatorio, notándose en el mismo escalones a determinadas velocidades críticas.

Otra perturbación que el movimiento del barco origina es la formación de remolinos en correspondencia de aquellas partes de la carena en que los filetes líquidos cambian demasiado bruscamente de velocidad. La pérdida de energía por estos vértices o remolinos motivada, suele englobarse con la debida a la formación de ola, y por algunos tratadistas se da al conjunto de las dos el nombre de resistencia a la propulsión directa.

Otra resistencia al movimiento del buque es la llamada de rozamiento, semejante a la que se produce en la circulación de los líquidos por conductos o canales, que varía con la mayor o menor aspereza de la superficie de la carena y que produce el aumento grande de resistencia y la consiguiente disminución de velocidad, en buques cuyas carenas, por unas u otras causas, se ha cubierto de las incrustaciones producidas por los gérmenes vivientes de los mares.

Nos interesaba hacer mención de la descomposición que suele hacerse de la resistencia que ofrece a ser remolcado un buque y que a primera vista puede aparecer caprichosa, ya que lo que importa al Ingeniero naval es el total de dicha resistencia, para que aquellos Ingenieros de otras especialidades que no hayan tenido ocasión de ocuparse de este asunto sigan con mayor facilidad lo que después se dirá acerca del cálculo de dichas resistencias (1).

---

(1) No se menciona entre las resistencias al movimiento de los buques la del aire, algunas veces de importancia, por ser, en general, despreciable al lado de la aproximación con que puede resolver el problema de determinar las resistencias más importantes.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

En cambio de la teoría de los propulsores, creemos que bastan a nuestro propósito muy pocas palabras. Las hélices propulsoras de los buques (que es el caso de aparato propulsor más frecuente) consisten, como es sabido, en varias palas que pueden afectar contornos diversos, acopladas al eje propulsor y constituídas por superficies helizoidales, cuya forma de generación puede ser también variable, y el objeto del aparato, como es bien sabido, es la transformación de la potencia motriz producida por las máquinas y transmitida en forma rotatoria a los propulsores, en un empuje que venza la resistencia que a la marcha ofrece el buque. Por tanto, el cálculo y proyecto del propulsor consiste en determinar sus características, de suerte que su rendimiento, o parte de la potencia motriz que recibe y transforme en empuje útil, sea el máximo posible. Ahora bien: las condiciones en que las hélices funcionan son distintas, según que el propulsor se mueve aisladamente o, como en el caso de los buques, detrás de su carena. En este último caso, en efecto, y debido a que el buque en su marcha arrastra una cintura de agua en la que el propulsor se mueve, su velocidad, con respecto al medio ambiente, es distinta de la del buque, o sea la que se diere al propulsor aislado para estudiar sus condiciones a dicha velocidad. Además, el funcionamiento del propulsor produce cierta succión sobre la carena, por lo que resulta que la fuerza con que hay que remolcarla con el propulsor funcionando detrás de ella es mayor que cuando el propulsor no existe.

Esto explica la razón de la práctica seguida de estudiar primeramente el propulsor como si funcionara aisladamente, y de considerar después las reacciones mutuas entre carena y propulsor.

En los primeros tiempos de la propulsión a vapor, aprovechando los datos recogidos en las pruebas verificadas con cada buque construído, esto es, principalmente potencia indicada de las máquinas y velocidades obtenidas, mediante la aplicación de ciertas fórmulas y, sobre todo, mediante la especie de intuición que su práctica podía dar al proyectista, se proporcionaba en futuros proyectos la necesaria potencia y las condiciones del buque para obtener la velocidad requerida.

Numerosas sorpresas que, no obstante, se experimentaron, sobre todo al aumentar las velocidades, y, por otra parte, la imposibilidad de tratar el problema a priori matemáticamente, pues ni aun la formación de olas, por ejemplo, de un cuerpo de forma simple se puede prever, cuanto más el de uno de las formas de la carena de un buque, que no puede tener expresión analítica, hicieron que se considerara la posibilidad y conveniencia de estimar la potencia de propulsión por medios experimentales, y cierta Comisión nombrada en la Gran Bretaña el año 1869 para estudiar este asunto, entre otros, de Arquitectura

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

naval, recomendó especialmente que se midiera la resistencia a la marcha de los buques, remolcándolos en aguas tranquilas, claras y sin corrientes.

El ilustre Arquitecto naval inglés Mr. Froude, que formaba parte de la Comisión antes citada, formuló un voto particular a la propuesta de experimentar con buques de tamaño real, expresando "que estimaba perfectamente inútil el gasto de las grandes sumas que significarían los ensayos con buques en tanto no se demostrase concretamente la falta de exactitud de las mismas pruebas efectuadas con modelos en escala reducida de los mismos, y que, por lo tanto, debería practicarse ante todo una completa información acerca del particular, mediante experimentos ejecutados en pequeña escala".

Mr. Froude, bajo los auspicios del eminente Arquitecto naval, Jefe de Construcciones navales que fué del Almirantazgo británico en aquellos tiempos, sir Edward Reed, comenzó a ejecutar experiencias en Torquay, para determinar la manera de predecir la resistencia que el agua ofrecería a la marcha de un buque real, mediante la encontrada al remolcar un modelo en un estanque. De tal manera nació el primer canal experimental, que es el medio actualmente empleado para el estudio de todos los problemas relacionados con la propulsión de los buques.

Desde luego, encontró Mr. Froude arrastrando a través del agua superficies planas, que la resistencia encontrada por éstas, resistencia de la clase que hemos llamado de rozamiento, no era de naturaleza tal que pudiera determinarse mediante la encontrada por un modelo y la relación de sus dimensiones geométricas a las del cuerpo que representa; pero dedujo que con aproximación suficiente podía ser calculada dicha resistencia mediante una función exponencial de la velocidad. Los sistemas de olas formados por modelos en distinta escala, encontró que, por el contrario, eran semejantes, y dedujo la posibilidad de obtener la resistencia debida a la formación de olas de un buque, de la medida con su modelo. La ley de semejanza que liga las magnitudes mecánicas de un sistema a las de otro geométricamente semejante, formulada primeramente por Newton, era desconocida por míster Froude; pero la dedujo de sus experimentos. Tal ley, a los efectos que nos interesan, puede formularse en la forma en que lo hizo míster Froude, diciendo que: "Las resistencias (debidas a formación de olas) a la marcha encontradas por buques geométricamente semejantes, están en relación de los cubos de sus dimensiones lineales cuando sus velocidades son *correspondientes;* llamándose correspondientes dichas velocidades cuando están en la relación de las raíces cuadradas de las dimensiones lineales de los buques."

La demostración y estudio de las condiciones de semejanza de los

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

sistemas mecánicos constituye una materia de la Mecánica general, según es bien sabido, en cuyo examen no entraremos. Prescindiendo, sin embargo, de rigorismos científicos, se puede muy fácilmente comprobar, si no demostrar, la razón de la ley de semejanza tal como se enuncia antes, pues basta observar que la aceleración de la gravedad debe ser igual en los sistemas geométricamente semejantes, y, por tanto, la ley que ligue sus magnitudes mecánicas debe ser de tal forma, que la expresión de la aceleración sea independiente de las dimensiones lineales.

Ahora bien: si LT^{-2} son las dimensiones de la aceleración en el sistema de tamaño natural y lt^{-2} en su modelo, como se debe tener,

$$\frac{LT^{-2}}{lt^{-2}} = 1$$

se tendrá también

$$\frac{L}{l} = \frac{t^{-2}}{T^{-2}} = \frac{T^2}{t^2}$$

de donde se deduce, llamando n a la relación de dimensiones lineales,

$$\frac{T}{t} = \sqrt{n}$$

Las velocidades correspondientes V y v estarán, pues, en la relación

$$\frac{V}{v} = \frac{LT^{-1}}{lt^{-1}} = \frac{n}{\sqrt{n}} = \sqrt{n}$$

como se enunció; y fácil sería ya el deducir en qué relación se encuentran las demás magnitudes. Limitándonos a las fuerzas, su relación es

$$\frac{LMT^{-2}}{lmt^{-2}} = n \times n^3 \times \frac{1}{n} = n^3$$

también según el enunciado.

Mr. Froude, para comprobar los resultados de sus experiencias, probó en el estanque un modelo del buque de la Marina inglesa "Greyhound", remolcándole a distintas velocidades y obteniendo para cada una la resistencia total. De esta resistencia dedujo la de rozamiento, calculada mediante fórmula, y el residuo lo tomó como resistencia de olas y remolinos.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Dedujo de la resistencia de olas del modelo la del buque mediante la ley de semejanza; y añadiendo la calculada de fricción, obtuvo la resistencia total. El buque "Greyhound" fué después remolcado, y su resistencia medida a distintas velocidades, encontrándose, al deducir de las resistencias así medidas, las de fricción calculadas, que la diferencia obtenida o resistencia de olas coincidía con la obtenida en el estanque, justificándose, por lo tanto, el método. Este procedimiento, empleado por Mr. Froude para obtener la resistencia a la marcha, es el que hoy en día se aplica en las principales naciones marítimas. Desde luego, como resultado de las experiencias de Mr. Froude, el Almirantazgo británico le encargó la construcción y la dirección del canal de experiencias de Haslar, en el cual se han estudiado las condiciones de gran parte de los buques de la Marina de aquel país y de muchas otras naciones, entre otras, la de nuestros acorazados tipo "España".

Posteriormente, se construyeron numerosos estanques experimentales, no sólo por los Gobiernos de varias naciones, sino también por distintas casas particulares. A continuación damos una lista de los principales canales de experiencias existentes en la actualidad:

LOCALIDAD en que está instalado el canal.	NACIONALIDAD	PROPIETARIO
París	Francia	Gobierno francés,
Spezia	Italia	Idem italiano.
Haslar	Inglaterra	Idem inglés.
Tokio	Japón	Idem japonés.
Berlín	Alemania	Idem alemán.
Hamburgo	Idem	Idem íd.
Viena	Austria	Idem austriaco.
Washington	Estados Unidos América.	Idem norteamericano.
Clydebank	Escocia	Yohu Brown.
Dumbarton	Idem	Denny's Brothers.
Saint-Albans	Inglaterra	Vickers Limited.
Michigan	Estados Unidos América.	Universidad de Cornell.
San Petersburgo	Rusia	Gobierno ruso.
National Tank	Inglaterra	Sociedad Arquitectos Navales
Bremenhaven	Alemania	Lloyd Norte Alemán.

Veamos ahora en qué consiste un canal de experiencias, describiéndolo en líneas generales, y las condiciones a que debe satisfacer su construcción y equipo.

Un estanque experimental tiene el aspecto de un canal de anchura y profundidad bastante grandes con relación a la manga y calado del modelo que se va a probar, para que, al moverse éste a lo largo del mismo, no influyan de un modo apreciable en su resistencia al movi-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

miento su proximidad a las paredes y fondo del canal. El largo de éste tiene que ser el conveniente para que el modelo pueda recorrer con movimiento perfectamente uniforme la longitud suficiente para hacer las mediciones necesarias para el cálculo de su resistencia a la marcha. Teniendo en cuenta que el modelo parte del reposo, y durante cierto espacio, es remolcado con movimiento acelerado hasta llegar al régimen de marcha uniforme, y que al terminar la corrida, vuelve el modelo a pasar del movimiento uniforme al reposo, necesitando también recorrer una longitud suficiente con movimiento retardado; se comprende que el largo del canal tiene que ser necesariamente grande con relación a la eslora de los modelos a ensayar. Estos se construyen reduciendo el tamaño del buque un cierto número de veces; y la relación en que se encuentran la resistencia residual, o debida a la formación de olas del buque con la del modelo, es, según hemos dicho, la tercera potencia de dicha relación de dimensiones. Se comprende, pues, que los errores que fatalmente se cometen en la medición de la resistencia del modelo quedan amplificados, tanto más al calcular la resistencia del buque, cuanto mayor sea la reducción de tamaño con que se construya el modelo, o sea cuanto menor sea éste. En Inglaterra, que es donde primero se han empleado los canales experimentales, se acostumbra, en general, a construir los modelos dándoles una eslora de quince pies ingleses, y se calcula que es necesario que el modelo recorra una longitud, por lo menos, igual a diez esloras, para que pase del estado de reposo al de movimiento uniforme, y que hace falta igualmente que recorra un largo igual a nueve esloras, para que pase del movimiento uniforme al de reposo. Por último, para poder hacer las mediciones necesarias para el cálculo de la marcha y resistencia del modelo, es preciso que éste recorra con movimiento uniforme una distancia de unas doce esloras. Con estos datos, y con la base de emplear modelos de 5 metros de eslora, hará falta que el canal tenga una longitud de $31 \times 5 = 155$ metros.

Con esta longitud de canal, se puede probar, con modelos de 5 metros y una reducción igual a 40, buques de 200 metros de eslora.

Respecto a las velocidades, las del modelo, en el canal, están, como sabemos, en relación con las del buque, en la misma razón que la raíz cuadrada de la relación de semejanza de las dimensiones lineales del modelo con el tamaño natural. La marcha a que tiene que ensayarse, por ejemplo, un modelo de 5 metros de un buque de 200 de eslora que hubiese de alcanzar una marcha de 40 nudos, tendría que ser 3,2 metros por segundo, próximamente. Depende, pues, el poder ensayar modelos de buques rápidos de la potencia de los motores que hayan de hacer mover al modelo, y, en general, siempre es posible disponer de

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

motores suficientemente potentes para que las velocidades de los modelos sean las convenientes cualquiera que sea la marcha que ha de alcanzar el buque, y sin que en ella influyan las dimensiones del canal, siempre que los buques no sean de gran eslora.

Es conveniente de todos modos, por lo que antes se ha dicho, disponer de un canal de experiencias de la mayor longitud posible. De los tanques existentes hoy día, el más corto es el establecido en Dumbarton (Escocia), en los astilleros de Denny's Brothers, que tiene 275 pies de largo, y el de más longitud es el establecido en Hamburgo, que tiene 1.000 pies.

A lo largo de los muros de coronamiento del canal, van instaladas unas vías perfectamente niveladas; y, por ellas, movida por fuerza eléctrica, se puede hacer trasladar un carro que lleve montados, además de los motores eléctricos necesarios para su marcha, los aparatos de medida, que gráficamente registran los datos que luego sirven para calcular la marcha y la resistencia al movimiento del modelo del buque que se ensaya. Del carro, por intermedio de un dinamómetro de resorte, se remolca el modelo a diferentes velocidades, que guardan relación de semejanza con las que debe alcanzar en la mar el buque proyectado. La corriente se comunica a los motores instalados en el carro por medio de un "trolley", que toma la corriente de un conductor tendido a lo largo del canal. En el carro va el personal encargado de manejar los aparatos registradores de medida en el momento oportuno, y el control de la marcha del carro se hace desde un departamento lateral al canal, donde hay la necesaria instalación, con todos los aparatos de medición y gobierno. Con el carro, y mediante una instalación adecuada, se estudia también la eficacia de las hélices a emplear y la resistencia que oponen a la marcha a diferentes velocidades los apéndices de las carenas, como son: arbotantes de las hélices, timones, quillas de balance, etcétera. Gracias a las experiencias hechas en los canales experimentales, se ha podido estudiar la forma más conveniente que deben tener dichos apéndices, para que opongan un mínimum de resistencia a la marcha, y deducir la gran importancia que tienen, tanto su forma, como su colocación.

Los modelos de los buques, aunque en algún canal se hacen de madera, es lo general que sean de parafina, para lo cual se instala una caldera, con la que se funde la parafina, y, después de hacerla pasar por un filtro, se vierte en un molde hecho a plantilla con la reducción de escala que se crea conveniente. Se funde el modelo, dando un espesor a los costados que se considere suficiente para que tenga bastante rigidez, y con exceso de material al exterior, para ajustar, primero, a máquina, y, después, terminar a mano la forma exacta del modelo.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

La máquina que se emplee para tallar el modelo es una máquina especial copiadora, que desbasta a cuchillo rápidamente la forma exterior del modelo fundido, dejándole casi exacto a lo largo de las líneas de agua en el centro y muy aproximado en los finos de proa y popa en los buques de forma ordinaria. Después, se termina a mano, como se dijo, el afinado de formas, y se pesa el modelo y, luego, se lastra; y, por último, se le ensaya en un pequeño tanque contiguo al grande, y en el cual se le hace flotar, rectificando el lastre si hace falta, hasta que se consiga hacer que su flotación corresponda con la del plano de trazado.

Como servicios auxiliares, hay que disponer para el servicio del canal de una sala de delineación y de un pequeño taller de reparación para entretenimiento del herramental e instrumentos, que, como aparatos de gran precisión, deben conservarse siempre en perfecto estado de funcionamiento.

El agua del canal, que tiene un volumen grande de algunos miles de metros cúbicos, necesita, en ciertas épocas del año, ser calentada para que tenga una temperatura uniforme, y para ello se instala una caldera que sirve además para calefacción del edificio. También suele servir para fundir la parafina empleada para preparar los modelos.

Antes de hacer un ensayo, se limpia la superficie del agua del canal, donde se suele depositar constantemente polvo y algunas suciedades. Para ello se emplea una especie de barredera, que tiene el ancho de canal, y sus costados la misma forma que el perfil de los muros laterales. Para usar esta barredera, se la cuelga del carro cuando éste está al extremo del canal, y luego se hace marchar al carro muy lentamente, arrastrando la barredera, que va llevando toda la suciedad que haya depositada en la superficie del agua del canal a un extremo donde se recoge. Una vez lleno el canal de agua, sólo hay que reemplazar las pérdidas que pueda haber por filtraciones y evaporaciones, que suele ser en pequeña cantidad.

El vaciado completo del canal para limpieza, sólo hace falta cada tres o cuatro años.

El coste de instalación de un canal de experiencias puede calcularse hoy día, próximamente, en millón y medio de pesetas; su explotación y entretenimiento supone también un gasto importante. Tanto por esto, como por deber servir para continuos ensayos, algunas veces costosos y de necesidad científica solamente, hace que la construcción y dirección de un canal de experiencias, en España, deba ser llevada a cabo por el Estado. Así lo entendió el Almirante Miranda la última vez que desempeñó el cargo de Ministro de Marina; pues dispuso se estudiara este importante asunto, que ha merecido excelente acogida del actual Minis-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

tro; y es de suponer que pronto se cuenten en los Presupuestos del Estado con dotación suficiente para llevar a cabo la instalación en España de un canal de experiencias.

Una vez realizado este propósito, es indudable que ha de contribuir, como en los demás países, al desarrollo de la industria naval nacional, y, desde luego, ha de servir para hacer una realidad la nacionalización de esta importante industria.

Puesta de manifiesto la importancia que para la Ingeniería española ha de tener la realización del proyecto de instalación de un canal de experiencias de buques, tengo el honor de proponer se eleve al Gobierno la siguiente

CONCLUSION

El primer Congreso Nacional de Ingeniería, considerando las indudables ventajas que para el progreso y nacionalización verdad de las construcciones navales ha de reportar el disponer de un canal de experiencias para ensayo de buques y propulsores, acuerda felicitar al Gobierno por la iniciativa del Ministro de Marina, de construir un canal de experiencias, esperando que esta instalación se lleve a cabo con la mayor rapidez posible."

Sobre el trabajo que antecede, la Sección acuerda por unanimidad aceptar la conclusión siguiente:

"El primer Congreso Nacional de Ingeniería acuerda felicitar al Gobierno por la iniciativa del Ministro de Marina, de construir un canal de experiencias, esperando que esta instalación se lleve a cabo con la mayor rapidez."

El Sr. ORTIZ DE LA TORRE lee el trabajo que sigue, del cual es autor:

"¿COMO LOGRAR LA PREPARACION ADECUADA DEL PERSONAL TECNICO PARA OBTENER EN EL PAIS INGENIEROS Y AUXILIARES ESPECIALIZADOS EN LA CONSTRUCCION NAVAL E INDUSTRIAS CON ELLA RELACIONADAS?

Por D. Joaquín Ortiz de la Torre, *Ingeniero de la Armada.*

Para contestar a la pregunta anterior, como cuestión previa, parece adecuado hacer otra pregunta: *¿Para qué sirve hoy día el título español civil de Ingeniero naval?* Si recurrimos a lo legislado y vigente, sólo encontramos, bien recientemente por cierto, 12 de noviembre de 1918,

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

que se les reserva exclusivamente a los Ingenieros navales españoles las plazas de perito-inspector de buques. Para la construcción de buques, máquinas marinas, calderas, etcétera, se empieza por no exigirse planos de lo que se pretende construir ni aun para los buques subvencionados; y en el Reglamento para aplicación de la ley de Comunicaciones marítimas (aunque caducada la ley, es de suponer que se reproduzca en términos análogos en cuanto a los Ingenieros se refiere), permite a los extranjeros la dirección de los astilleros durante un plazo de cuatro años, y luego dispone que un Ingeniero español (sin decir su especialidad) tenga la dirección.

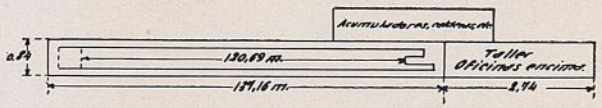
Si viviéramos en un régimen de no protección a las profesiones técnicas, sería absurdo que se pretendiera una ley de excepción para los Ingenieros navales; pero si, por ejemplo, no se permite a un particular propietario de un establecimiento balneario que escoja el médico que lo dirija, sino que le impone el Estado la persona que ha de hacerlo, y se reserva a otras profesiones la exclusiva para los poseedores del título el ejercicio de sus carreras, parece que, por justicia, por dignidad y para estímulo y fomento de la profesión, que deben aumentarse las facultades de los Ingenieros navales, reservándoles desde luego la dirección de las factorías navales.

Claro es que se puede preguntar: ¿Pero dónde se encuentran Ingenieros navales españoles? Ciertamente, hay por el momento muy pocos para las necesidades del país; pero es de temer no los haya nunca mientras no cuenten con el apoyo oficial que tienen las demás carreras técnicas de España. Por lo tanto, lo que la ley de Comunicaciones marítimas dispone, que, pasado un plazo de cuatro años, la dirección técnica de nuevos astilleros tenga que tenerla un Ingeniero español, debe rectificarse desde luego de que sea, no un Ingeniero de cualquiera especialidad, sino que sea naval, concediendo un plazo prudencial para el cumplimiento de este requisito.

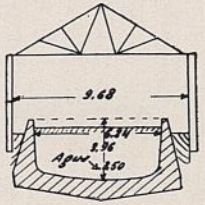
Llegado este plazo, hay que pensar que no será justo prescindir de los Ingenieros españoles que actualmente trabajan o que hayan trabajado en astilleros y factorías navales, donde, luchando con un sinfín de dificultades, que por experiencia conozco, se han convertido en Ingenieros navales (aunque sin título especial); creo muy justo que, a los que se encuentren en estas condiciones, debe dárseles, durante un plazo más o menos largo, facilidades especiales aún mayores, para adquirir el título naval, que las que las leyes vigentes conceden a todos los Ingenieros españoles de cualquier especialidad. Por ejemplo, podría legislarse que, previa justificación documentada de haber practicado en factorías navales, bastase un ejercicio de reválida sobre temas navales civiles para que a los Ingenieros con título español que estén en esas con-

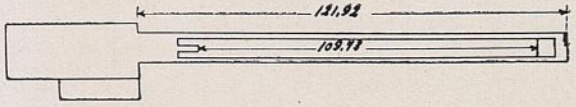
FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

LAMINA 1

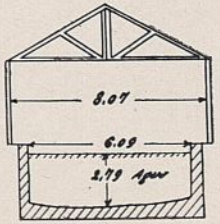


Tanque de Vickers.

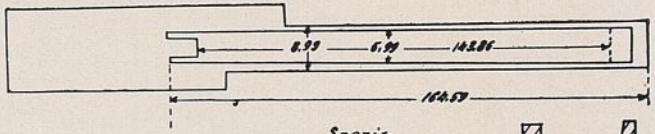




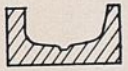
Hørsler.

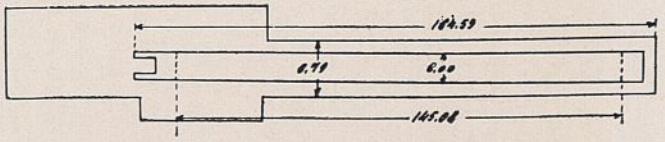


San Petersburgo



Spezia





Bremerhaven.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

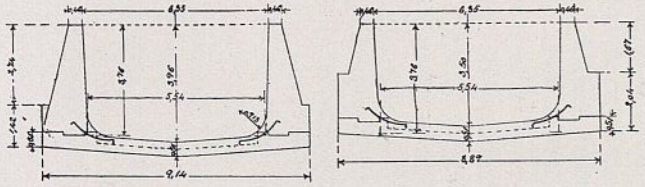
SECCIONES DE VARIOS CANALES DE EXPERIENCIAS

LAMINA 2

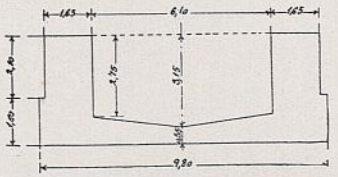
ESCALA DE 1:100.

VICKERS.

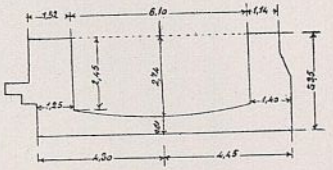
SECCIONES EXTREMAS.



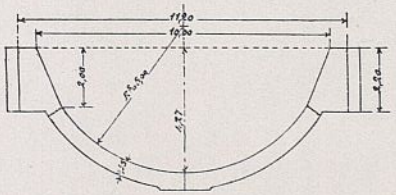
CLYDEBANK.



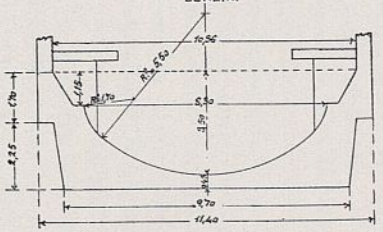
HASLAR



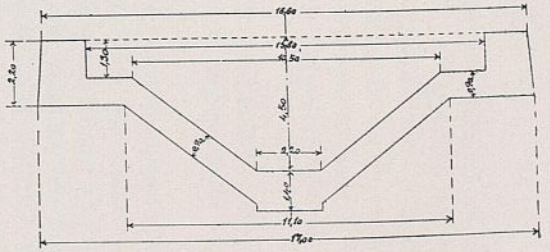
PARIS.



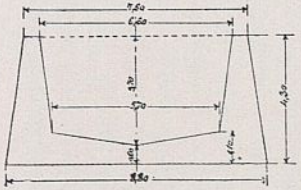
BERLIN.



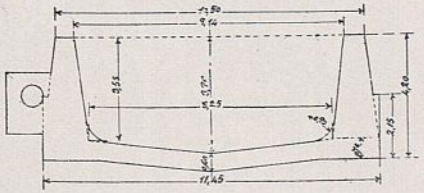
WASHINGTON.



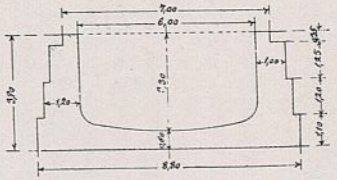
DRESDE.



LONDRES.
(NATIONAL TANK)



SPEZIA.



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

diciones se les concediera el derecho a obtener el título de Ingeniero naval. Hay que comprender que a un Ingeniero que esté trabajando en una Empresa, el obligarle a que vaya durante dos años a El Ferrol a cursar la especialidad naval en la Escuela de Ingenieros de la Armada, que es lo que hoy está vigente para poder obtener el título de Ingeniero naval, en España es prácticamente imposibilitarle el que obtenga el título naval.

Respecto a la forma y procedimientos hoy seguidos para autorizar las construcciones navales, habiendo lógica en la legislación nacional, debe variarse por completo.

Las mismas razones que existen y con mucha razón han dado origen a que no se permita, por ejemplo, a un particular hacer una construcción urbana o la reforma de una ya existente sin cumplir el requisito de presentar a la aprobación de los técnicos del municipio correspondiente los planos de la obra que se va a ejecutar autorizados por un arquitecto, existen para que se obligue a las Compañías navieras, especialmente a las de buques de pasaje, a que antes de empezar sus construcciones remitan a la aprobación de la Dirección de Navegación los planos de los buques que pretenden construir.

Dictando disposiciones de acuerdo con las consideraciones que preceden, es de suponer que el brillante porvenir que pueden llegar a alcanzar los que se dediquen a la Ingeniería naval haría que acudiesen a esta profesión buen número de Ingenieros jóvenes y que en ella se dediquen los que se encuentren en estado de empezar sus carreras.

Respecto a los medios necesarios para adquirir la enseñanza de la Ingeniería naval, debe bastar por ahora la Escuela que para Ingenieros de la Armada tiene la Marina, y en la cual cursan sus estudios los que quieran obtener el título civil. En esta Escuela, que empezó a funcionar el 1915, se dan excepcionales facilidades a los que ya poseen un título de Ingeniero español de cualquiera de sus especialidades o a los Arquitectos; los que no están en estas condiciones después de una preparación que puede fácilmente hacerse en dos años, necesita cuatro cursos en la Escuela para obtener el título. La Escuela emplazada en el Arsenal de El Ferrol va desarrollando los elementos de trabajo que el presupuesto asignado por el Estado facilita, y contará en breve con talleres y laboratorios en los que los alumnos podrán conseguir obtener un conocimiento práctico del moderno herramental a la vez que siguen los cursos teóricos; además, tienen las enseñanzas prácticas que puede facilitar la factoría naval mejor que hoy existe en España, como es la que la Sociedad Española de Construcción Naval ha instalado en El Ferrol, modernizando la que de tiempo inmemorial tenía la Marina instalada.

Creo que cuantos conocimientos se puedan obtener en una escuela,

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

sólo será por falta de los alumnos si no los tienen los que cursen sus estudios en El Ferrol.

Pero aun ha hecho mucho más la Marina para el progreso de las construcciones navales, base necesaria para que haya Ingenieros navales, como fué celebrar contratos para la construcción de sus buques, que dieron origen a las factorías navales "Astilleros del Nervión", "Astilleros de Vea-Murguía" (hoy propiedad de la Casa Echevarrieta y Larrinaga, de Bilbao) y "Astilleros de Vila de El Ferrol". Por último, la Marina facilitó la constitución de la "Sociedad Española de Construcción Naval", que no se ha limitado a la explotación del negocio de su contrato con la Marina, sino que ha mejorado la antigua factoría de la Transatlántica establecida en Matagorda, y ha creado los astilleros de Sestao y la factoría de Reinosa, que tanto podrá llegar a ayudar a la industria naval. En todos estos establecimientos hay necesidad de Ingenieros navales; y los primeros interesados en que los haya, y que sean españoles, deben ser las Sociedades que los dirigen y el Estado, que tiene la obligación de llegar cuanto antes a nacionalizar de verdad las industrias; sobre todo las que se relacionan con la defensa nacional.

Por último, ha creado la Marina recientemente, por iniciativa del General Miranda, acogida con notorio cariño por el General Flórez, su sucesor en la cartera de Marina, un Centro de estudios y proyectos, que, aunque supeditado a las dificultades financieras que proceden de la indotación del Presupuesto, ha de contribuir, si su desarrollo responde a las iniciativas que le crearon cuando aquéllas sean vencidas, a fomentar la industria naval nacional.

El objeto del nuevo Centro y su importante cometido está claramente expresado en la exposición del Real decreto de su creación, que a continuación copio:

"Exposición.—No se logrará nacionalizar la construcción naval en España mientras no se disponga de los elementos necesarios para proyectar los buques. Es, para ello, absolutamente indispensable la existencia de un Centro en el cual se encuentren acoplados los datos que el Ingeniero necesita para proyectar y las instalaciones para los ensayos que han de conducir en cada caso a la adopción de las formas más convenientes para lograr determinadas condiciones en las carenas. Tales elementos son indispensables para la formación de proyectos, no sólo de la Marina de guerra, sino de los del Comercio, no pudiendo subsistir por más tiempo la dependencia absoluta del Extranjero que hasta hoy ha existido en materia tan importante para los intereses nacionales."

El artículo tercero de este Real decreto, al definir las funciones del Centro, dice, en lo que se refiere a los buques mercantes: "... y en cuan-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

to a la Marina mercante, el suministro de datos de carácter facultativo, la confrontación de los planos de construcción y la realización de ensayos de resistencia de las carenas u otros que las entidades industriales soliciten y permitan los medios de que disponga el Centro, previo el pago de los derechos que establezcan las tarifas que se aprueben."

Para este Centro hay proyectado, como elemento esencial de investigación, un canal de experiencias, que, puesto a la disposición de la Industria española, ha de contribuir en su día a emanciparla de la tutela extranjera.

Pero no ha de bastar, para el buen funcionamiento de este Centro, el dotarle de cuantos elementos se soliciten y considere necesarios. El espíritu del Real decreto de su creación lo indica claramente: tiene que contar con el apoyo de todos los constructores navales españoles, que deben considerarle como cosa suya y, en tal concepto, facilitarle cuantos datos posean referentes a las construcciones realizadas, para formar de este modo un archivo central donde estén a disposición de todos los constructores españoles los elementos necesarios, para que los técnicos españoles puedan proyectar el material naval que necesite la Nación.

Para la formación de personal auxiliar de los Ingenieros navales, hay que recurrir, como base, a las Escuelas de Artes y Oficios y Escuelas de Industrias.

En alguna de éstas se da hoy en día enseñanza naval, concediendo títulos de perito-constructor naval. La Marina militar sostuvo las Escuelas de Maestranza en sus arsenales durante el tiempo que éstos estaban bajo su administración. De estas Escuelas salieron, durante muchos años, los maestros y delineantes que trabajaron en la Marina, y de los cuales, aún hoy día, bastantes trabajan en las factorías civiles.

Para las necesidades del país, parece que sería suficiente sostener la enseñanza naval en dos o tres Escuelas de Artes y Oficios del Norte y del Sur de la Península. Podrán ser, por ejemplo, las hoy día establecidas en Bilbao, Cádiz, Barcelona, dándoles elementos para ampliar sus enseñanzas, trayendo personal especialista bien pagado para las clases prácticas, a las cuales deben dar la preferencia. Pero si se quiere que estas clases se vean concurridas, será preciso, además, que las leyes concedan derechos preferentes a los que obtengan esos títulos."

Se pone a discusión este trabajo, y en ella intervienen los señores TOLEDO, BURGALETA, EGUILUZ, PARDO y ORTIZ DE LA TORRE, nombrándose una Comisión para estudiar la modificación de las conclusiones presentadas.

El Sr. ALEDO lee una comunicación suya, cuyo contenido es el siguiente:

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

"¿QUE TIPOS DE BUQUES DEBERAN CONSTRUIRSE PREFERENTEMENTE EN NUESTRO PAIS PARA LOS DISTINTOS TRAFICOS?

Por D. MANUEL G. DE ALEDO Y CASTILLA, *Ingeniero de la Armada.*

INTRODUCCIÓN

El tema objeto del presente trabajo exige, para su contestación, el estudio del buque más apto para cada servicio; es decir, la determinación del desplazamiento, velocidad y formas que ha de tener para que el transporte de mercancías o pasajeros resulte lo más económico posible.

Estudio económico de los buques mercantes.

GENERALIDADES.—Al proyectar un buque mercante, sea cual sea su tipo y servicio a que se le destine, es lógico procurar hacerlo de modo que proporcione a su armador la mayor ganancia posible o, lo que es lo mismo, que tenga un buen rendimiento económico.

Nadie más interesado en ello que aquél, pero también el país a que pertenece, puesto que a todo él conviene transportar las mercancías lo más baratamente posible, y ello no podrá ser más que si los resultados de la explotación de la flota nacional permite a los armadores la rebaja de los fletes y pasajes.

Asimismo, la competencia de las flotas extranjeras que se avecina a causa del exceso de tonelaje, ha de exigir la explotación de la Marina comercial de modo que los buques trabajen en las mejores condiciones de rendimiento económico; es decir, que el armador obtenga el mayor interés posible del capital empleado, aun rebajando fletes y pasajes a los precios exigidos por aquella competencia.

Este problema crece en importancia a medida que los buques y su sostenimiento sean más caros, al menos en relación con los de otras naciones; así, la nación que disponga de combustible más económico ha de estar, evidentemente, en mejores condiciones para la competencia que las demás, y éstas, por la misma razón, deben procurar compensar las circunstancias desfavorables perfeccionando sus buques y sus métodos de explotación.

Por otra parte, se comprende que el tipo de buque que convenga a una nación para un servicio determinado puede no ser, y en general no será, útil para otra cuyas condiciones de explotación de la flota co-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

mercial no sean las mismas; es decir, que el buque que al armador inglés proporcione beneficios aceptables puede causar pérdidas al español que lo emplee en análogo servicio; verdad evidente a la que parece no prestarse gran atención en España, ya que vemos constantemente adquirir buques viejos extranjeros que luego se emplean en cualquier clase de servicio, sin estudiar ni las condiciones de ellos ni las de éste.

Lo expuesto hace *presentir* una serie de problemas respecto a la buena explotación y elección de los buques destinados a un cierto servicio; problemas en parte ya estudiados en el Extranjero y a los que buscamos una solución aceptable con el presente trabajo. Considerando que los intereses particulares en juego, así como el nacional, merecen el estudio detenido de dichos problemas, hemos procurado analizarlos ligando los diversos factores que en ellos intervienen, para obtener relaciones que permitan resolver las cuestiones diversas que puedan presentarse, tanto en el proyecto del buque como en su explotación comercial. El problema no es tan complicado como a primera vista parece, y lo creemos resoluble con suficiente exactitud si se dispone de buenos datos experimentales; datos que al propio interesado, al armador, corresponde proporcionar, y al técnico, deducir una buena solución.

Expresión del rendimiento económico de un buque.—Sean:

I = ingresos por viaje;
G = gastos por viaje;
B' = ganancia por viaje.

Es evidente que la ganancia o beneficio será $B' = I - G$, y el problema a resolver está en determinar la velocidad, desplazamiento y formas del buque más convenientes al servicio a que se destine; es decir, que si llamamos

D = desplazamiento del buque en toneladas, en máxima carga;
T = duración del viaje en días, o sea la suma de los de mar, puerto y en reparaciones;
b' = la ganancia diaria por tonelada de desplazamiento,

es claro que

$$b' = \frac{B}{T \cdot D} = \frac{I}{T \cdot D} - \frac{G}{T \cdot D} \qquad (1)$$

y el buque a proyectar debe ser aquel con el que se obtenga, sobre poco más o menos, el máximo valor de b'.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Sentado esto, analicemos las cantidades de que depende ese beneficio.

I = el ingreso obtenido en la explotación de un buque es, evidentemente, muy variable con su tipo y servicio a que se destine; a pesar de ello, puede escribirse

$$I = i \cdot D$$

siendo i un coeficiente a determinar lo más exactamente posible en cada caso, según la naturaleza del servicio, condiciones de explotación, tipo del buque, etc., etc. Así, por ejemplo, en el caso de un cargo puede establecerse la relación

$$i = z \cdot \frac{c}{D} \cdot f$$

siendo:

z = tanto por ciento de carga o relación entre la transportada en el buque y la total que puede llevar en bodegas;

$\frac{c}{D}$ = coeficiente de carga o relación entre la carga máxima en toneladas (materias de consumo de máquina incluidas) y el desplazamiento;

f = flete útil; es decir, diferencia entre el que se cobre por tonelada y los gastos que a ésta corresponden por carga, descarga, corretajes, etcétera.

Expresiones análogas podrían determinarse para toda clase de buques: mixtos, de pasaje, etcétera.

Los gastos G los agruparemos en tres clases:

1.ª G_1, comprendiendo los de amortización del capital que el buque representa, seguros, contribuciones, gastos generales, entradas en dique o varadero, dotación, reparaciones, etc. etc. El conjunto de ellos puede expresarse con bastante exactitud por la fórmula

$$G_1 = g_1 \cdot T \cdot D^{2/3}$$

siendo evidente su proporcionalidad al tiempo y admisible, para no grandes diferencias de desplazamiento, la de la potencia dos tercios de éste, pero teniendo en cuenta que g_1 no es una constante, sino que varía, aunque lentamente, con dicho desplazamiento, lo que exige el conocimiento de sus valores en función de dicha característica.

2.ª G_2, comprendiendo exclusivamente los de entradas, salidas y estancias en puerto, que pueden admitirse proporcionales a los días en

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

él y también a la potencia dos tercios del desplazamiento, siendo, por tanto, representables por la fórmula

$$G_2 = g_2 \cdot P \cdot D^{2/3}$$

en que g_2 ha de determinarse experimentalmente en cada caso particular;

P = representa los días de puerto, también a determinar en cada caso según los puertos de escala, pero que para las mismas condiciones de ellos puede escribirse $P = \beta \cdot D^{2/3}$, con β coeficiente aproximadamente constante para desplazamientos poco distintos.

Se tendrá, pues, finalmente, para esta clase de gastos,

$$G_2 = g_2 \cdot \beta \cdot D \cdot D^{1/3}$$

3.ª G_3, dependientes exclusivamente del aparato motor y comprendiendo, en el caso más general, tres partes:

Primera. Valor de las materias de consumo de la máquina sea

$$A' = 24 \cdot g_3' \cdot \frac{K}{\gamma} \cdot D^{2/3} \cdot v^3 \cdot a_m$$

en que g_3' es el valor de dichas materias consumidas por caballo-hora indicado o efectivo, según como se exprese la potencia del aparato-motor;

K = inversa de la constante del Almirantazgo, pero referida a la potencia en caballos necesaria para vencer las resistencias residua y de frotamiento opuestas a la marcha del buque; es decir, sin tener en cuenta los rendimientos de hélice, ejes y máquina, ni los apéndices, succión, etcétera;

γ = un coeficiente resultante de considerar el rendimiento de hélice y ejes o de hélice, ejes y máquina, según que la potencia se exprese en caballos efectivos o indicados, y la resistencia de apéndices, succión, etcétera;

v = velocidad del buque en millas-hora;

d_m = días en la mar por viaje,

sea

$$d_m = \frac{1.000 \times M}{24 \cdot v}$$

siendo M la distancia a recorrer en el viaje, en millares de millas, aumentada ligeramente para tener cuenta de las dilaciones naturales por mal tiempo, etcétera.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Segunda. Coste del transporte de las citadas materias de consumo, en cuyo peso se disminuye la carga, o sea:

$$B'' = \frac{24 \cdot p}{1.000 \times n} \cdot \frac{K}{\gamma} \cdot D^{2/3} \cdot v^3 \cdot d_m \cdot f_1$$

siendo:

p = peso en Kgs. de las materias consumidas por caballo-hora.

n = número de veces que el buque se reposta de ellas en viaje.

f_1 = flete bruto por tonelada; es decir, sin descontar los gastos de ella por carga, corretajes, etcétera, y agregando los que ocasione la estancia en los puertos en que se haga escala con el solo fin de repostarse de dichas materias de consumo.

Tercera. Gastos que ocasione el aparejo que, también para valores no muy distintos del desplazamiento, pueden considerarse expresables por la fórmula

$$C = 24 \cdot g_3'' \cdot K \cdot D^{2/3} \cdot v^3 \cdot d_m$$

con g_3'' constante en las condiciones dichas de desplazamientos poco distintos. Este gasto de aparejo puede, en realidad, considerarse en los correspondientes al grupo G_1 unido a los de reparaciones.

Tendremos, pues, en resumen:

$$G_3 = A' + B'' + C = 24 \cdot g_3' \cdot \frac{K}{\gamma} \cdot D^{2/3} \cdot v^3 \cdot d_m +$$

$$+ \frac{24 \cdot p}{1.000 \times n} \cdot \frac{K}{\gamma} \cdot D^{2/3} \cdot v^3 \cdot d_m \cdot f_1 + 24 \cdot g_3'' \cdot K \cdot D^{2/3} \cdot v^3 \cdot d_m =$$

$$= \left(\frac{24}{\gamma} \cdot g_3' + \frac{24 \cdot p \cdot f_1}{1.000 \times n \times \gamma} + 24 \cdot g_3'' \right) K \cdot D^{2/3} \cdot v^3 \cdot d_m$$

y substituyendo el valor de $d_m = \frac{1.000 \times M}{24 \cdot v}$

$$G_3 = \left(\frac{1.000}{\gamma} g_3' + \frac{p \cdot f_1}{n \cdot \gamma} + 1.000 g_3'' \right) K \cdot D^{2/3} \cdot v^2 \cdot M =$$

$$= g_3 \cdot K \cdot D^{2/3} \cdot v^2 \cdot M$$

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

haciendo

$$g_3 = \frac{1.000}{\gamma} g_3' + \frac{p \cdot f_1}{n \cdot \gamma} + 1.000\, g_3''.$$

Substituyendo los valores hallados en (1), se obtiene:

$$b' = \frac{i}{T} - \frac{g_1}{D^{1/3}} - g_2 \cdot \beta \cdot \frac{D^{1/3}}{T} - g_3 \cdot \frac{MKv^2}{T \cdot D^{1/3}}$$

en que T es, como se ha dicho, el número total de días por viaje, es decir, los de puerto P, los de mar d_m y los correspondientes d_r por reparaciones. Los primeros deben apreciarse como ya se ha dicho; los de mar son fáciles de hallar; y, en cuanto a los de reparaciones, es evidente que han de guardar estrecha relación con los de mar y se podrá, por tanto, escribir

$$d_r = q \cdot d_m = q \cdot \frac{1.000 \cdot M}{24 \cdot v}$$

y, por consiguiente, será

$$r = d_m + d_r = \frac{1.000 \cdot M(1+q)}{24} \cdot \frac{1}{v} = \frac{A}{v}$$

haciendo

$$A = \frac{1.000 \cdot M(1+q)}{24} = \frac{1.000 \cdot M\left(1 + \frac{d_r}{d_m}\right)}{24}$$

luego, finalmente,

$$T = P + r = \beta \cdot D^{2/3} + \frac{A}{v} = \frac{\beta \cdot v \cdot D^{2/3} + A}{v}$$

cuyo valor, substituido en la última expresión de b', la convierte en

$$b' = \frac{v}{\beta \cdot v \cdot D^{2/3} + A}\left[i - g_2 \cdot \beta \cdot D^{1/3} - g_3 \frac{M \cdot K \cdot v^2}{D^{1/3}}\right] - \frac{g_1}{D^{1/3}}$$

o bien, dividiendo por i y haciendo

$$\frac{b'}{i} = y \qquad \frac{g_2}{i} = a \qquad \frac{g_3}{i} = b \qquad \frac{g_1}{i} = c \qquad D^{1/3} = x$$

en

$$y = \frac{v}{\beta \cdot v \cdot x^2 + A}\left[1 - a \cdot \beta \cdot x - \frac{b \cdot M \cdot K \cdot v^2}{x}\right] - \frac{c}{x} \qquad (2)$$

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

siendo evidente que un buque será tanto más apto para el servicio a que se destine cuanto mayor sea la relación $y = \frac{b}{i} = \frac{B' : I}{T} = \frac{B' : T}{I}$ que se obtenga en su explotación; relación que representa la del beneficio diario al ingreso, o sea, lo que puede llamarse *rendimiento económico*.

La aplicación de la fórmula (2) que liga la cantidad y con la velocidad v, el desplazamiento $D = x^3$, la distancia a recorrer en el viaje M y el coeficiente K de que dependen las formas del buque, exige el conocimiento de este coeficiente y el de otra serie de ellos ligados, sobre todo, con el desplazamiento. Se comprende, pues, que la resolución del problema planteado ha de ser un trabajo algo laborioso, aunque no más que un proyecto de máquina, por ejemplo, y exigiendo para obtener una acertada solución que todos esos coeficientes se deduzcan lo más exactamente posible y de buenos datos de experiencia. Pero, aparte de la capital importancia que indiscutiblemente tiene el tema que nos ocupa, parece que la solución suficientemente exacta es a todas luces factible, ya que se trata de un problema enteramente análogo y no más complicado que el resuelto tan a menudo en los buques de guerra, puesto que en ambos es preciso conocer una serie de coeficientes experimentales, deducidos prácticamente de los buques en servicio; con la ventaja de que son más fáciles de hallar los del buque mercante si el propio interesado, o sea el armador, proporciona los datos necesarios para ello, que nadie mejor que él puede conocer.

La fórmula (2) antes hallada hace posible la resolución acertada, y suficientemente aproximada en la práctica, de una porción de cuestiones que se presentan en el proyecto y explotación de los buques mercantes, permitiendo la elección del más conveniente al servicio para que se proyecte, por su desplazamiento, velocidad, formas, clase de motor, etcétera.

Determinación de las características de un buque apto para un servicio determinado.—Las características a determinar son, evidentemente, la velocidad, el desplazamiento en máxima carga y el coeficiente K de que dependen las relaciones entre las dimensiones principales y los coeficientes de formas.

De lo anteriormente expuesto se deduce que el problema propuesto quedará resuelto determinando los valores de esas características que hagan máximo a y, en la expresión (2), o sea, los valores de v y x que anulen simultáneamente las derivadas de y con respecto a ellas. Con respecto a v, se tendrá recordando que $P = \beta x^2$ y haciendo

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

$$1 - a\beta x = 1 - Bx = B' \qquad y \qquad \frac{bMK}{x} = \frac{C}{x} = C'$$

que

$$dy = d\left[\frac{v}{Pv + A}(B' - C'v^2)\right]$$

o sea:

$$\frac{dy}{dv} = \frac{AB' - 2P \cdot C' \cdot v^3 - 3A \cdot C' \cdot v^2}{(Pv + A)^2}, \text{ el máximo}$$

de y correspondiente a la condición

$$AB' - C'(2Pv + 3A)v^2 = 0 \quad \text{ó} \quad v^2 = \frac{AB'}{C'(2P \cdot v + 3A)} \quad (I)$$

y reemplazando valores y multiplicando por K

$$Kv^2 = \frac{A(1 - a\beta x)}{\frac{bM}{x}(2P \cdot v + 3A)}$$

y teniendo en cuenta que

$$v = u \cdot D^{1/6} = u \cdot x^{1/2}$$

se tendrá, dividiendo por x:

$$z = \frac{Kv^2}{x} = Ku^2 = \frac{A(x - aP)}{b \cdot M(2Px^{1/2} \cdot u + 3A)x}$$

Se tendrá también

$$z(2P \cdot x^{1/2} \cdot u + 3A) = \frac{A(x - aP)}{bMx}$$

hipérbola equilátera en u y z, cuya asintota horizontal es el eje de las uu y la vertical la ordenada

$$u_\infty = -\frac{3A}{2 \cdot P \cdot x^{1/2}};$$

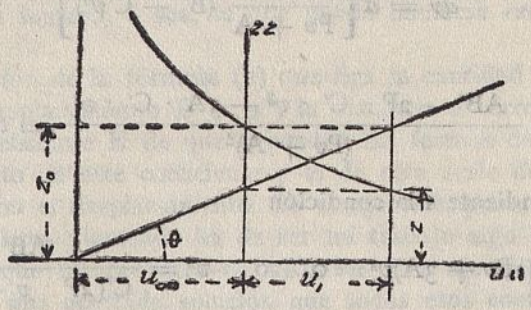
el punto de corte del eje de las zz es para $u = 0$
sea

$$z_0 = \frac{A(x - aP)}{3 \cdot A \cdot b \cdot M \cdot x} = \frac{x - aP}{3b \cdot M \cdot x}$$

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Ahora bien: recordando la construcción de la hipérbola equilátera, se tiene

$$\text{tang}\,\theta = \frac{z}{u_\infty} = \frac{z_0}{u_1 + u_\infty}$$



de donde

$$z = \frac{z_0}{z + \frac{u_1}{u_\infty}} \qquad (3)$$

bajo cuya forma se construye muy fácilmente el abaco (III) (fig. 1.ª), que nos da los valores de $z = Ku^2$ en función de u y para los diversos valores de x ó $D = x^3$.

Con respecto a $x = D^{1/3}$ se tiene en la fórmula (2), teniendo en cuenta que $A = r \,.\, v$ y haciendo $a\,\beta = B$ y $bMKv^2 = C'$ que

$$dy = d\left[\frac{1}{\beta x^2 + r}\left(1 - Bx - \frac{C'}{x}\right) - \frac{c}{x}\right] =$$

$$= \frac{-2\beta x^3 + B\cdot\beta\cdot x^4 - B\cdot r\cdot x^2 + 3C'\cdot\beta\cdot x^2 + rC' + c(\beta x^2 + r)^2}{(\beta x^2 + r)^2\cdot x^2}\,dx$$

el máximo de y, correspondiendo, como se sabe, a la condición $\frac{dy}{dx} = 0$, que se escribe substituyendo B y C′ por sus valores

$$-2\beta x^3 + a(\beta^2\cdot x^4 - r\cdot\beta\quad x^2) +$$

$$+ b\cdot M\cdot K\cdot v^2(3\cdot\beta\cdot x^2 + r) + c(\beta x^2 + r)^2 = 0$$

y como $\beta\, x^2 = P$ será:

$$-2P\cdot x + aP(P - r) + b\cdot M\cdot K\cdot v^2(3P + r) + c(P + r)^2 = 0$$

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

de donde

$$x = \frac{aP(P - r) + bMKv^2(3P + r)^2 + c(P + r)^2}{2P}$$

y también

$$v^2 = \frac{P[2x - a(P - r)] - c(P + r)^2}{b \cdot M \cdot K(3P + r)}$$

de la que se obtiene fácilmente

$$z = \frac{Kv^2}{x} = Ku^2 = \frac{P[2x + a(r - P)] - c(r + P)^2}{b \cdot M \cdot x(3P + r)} \qquad (4)$$

igualdad que permite construir el abaco (IV), enteramente análogo al (III) (fig. 1.ª).

Las igualdades (3) y (4) permiten determinar los mejores valores de x y u, o sea, de D y $v = u \cdot x^{1/2} = u \cdot D^{3/8}$ para uno determinado de $z = Ku^2$, en función de los coeficientes:

$$P = \beta \cdot D^{2/3} \qquad A = \frac{1.000 \cdot M\left(1 + \frac{dr}{d_m}\right)}{24}$$

$$a = \frac{g_2}{i}$$

$$b = \frac{g_3}{i} = \frac{1}{i}\left[\frac{1.000}{\gamma} \cdot g_3' + \frac{pf_1}{n \cdot \gamma} + 1.000\, g_3''\right]$$

$$c = \frac{g_1}{i}$$

El problema general que ahora consideramos contiene las tres incógnitas x, u y Ku^2, o, lo que es lo mismo, D, v, K, que, una vez determinadas, nos darán el desplazamiento, la velocidad y las formas más convenientes del buque que haga máximo el rendimiento económico en el servicio de que se trata, cuidando de aumentar M convenientemente.

Para ello, construiremos los abacos (II) y (IV) (fig. 1.ª), dando los valores de $z = Ku^2$ para los diversos del desplazamiento; la curva $F(u, D) = 0$ determinada por la unión de los puntos de corte de las de mismo desplazamiento de (III) y (IV), será el lugar geométrico de velocidades y desplazamientos respectivos que hacen máximo a y en la ecuación (2); pero, siendo preciso además determinar las formas del buque, o sea, el coeficiente K de que aquéllas dependen, bastará construir el abaco (V), de $z = Ku^2 = f(u^2)$ (fig. 2.ª) deducido de las cur-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

vas de resistencia $K = f(u)$ de los tipos de buque que se consideren, los puntos de encuentro de estas curvas con la $F(u, D) = o$ antes hallada, dándonos la velocidad y desplazamiento que, para unas formas dadas, debe tener el buque que con ellas haga máximo el rendimiento económico.

Con tal procedimiento se tienen, con más que suficiente aproximación, las características de los buques, un estudio más detenido del problema permitiendo elegir entre ellos el más conveniente, considerando en esta segunda parte las demás circunstancias a tener en cuenta, como son las capacidades de carga relativas a cada tipo, el coste de construcción, condiciones marineras, etc., etc.

Es preciso, por último, observar que se han determinado v y $D = x^3$ admitiendo que el buque correspondiente tiene el mismo valor para K que el modelo elegido, lo que no es exacto; pero, si se estima preciso, puede corregirse K, bien por conocerse su variación con D o por la fórmula

$$K_x = K + f \cdot z \cdot 10^{-3} \frac{v^{1/6} - v_x^{1/6}}{(v \cdot v_x)^{1/6}}$$

tomándose para $z = 5{,}5$, y teniendo en cuenta que $v = u$ en el caso de tomarse los valores correspondientes al modelo de una tonelada y en que K es el valor conocido, f el coeficiente de frotamiento

$$f = \mu \cdot \epsilon \cdot \varphi \, (m + 2c)$$

común a ambos, v la velocidad correspondiente del modelo, v_x la determinada y K_x los valores que desean hallarse.

Casos particulares.—1.º *Se impone el desplazamiento.*

Puede presentarse este caso cuando el buque se destine a un servicio en que se sepa que, por sus circunstancias, no es posible pasar de un cierto valor de esa característica, o bien, cuando el armador lo imponga a todo trance.

En el primer caso, se procederá como en el general, y si el desplazamiento a que se llegue es menor que el impuesto, claro es que deberá ser elegido.

Pero, si fuese mayor o fuese impuesto terminantemente, entonces el problema se reduce a determinar la mejor velocidad y formas valiéndose de los abacos (III) y (V), procediéndose de modo enteramente análogo al antes explicado, con la sola diferencia de buscarse ahora los puntos de corte con la curva del abaco (III) correspondiente al desplazamiento fijado.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

2.º *Se impone la velocidad.*

Se presenta este caso, tanto cuando las circunstancias del servicio así lo exijan como en el caso del buque de vela o del mixto de vela y motor. Cuando se trata de buque de vela, claro es que su velocidad media se conoce aproximadamente por la correspondiente a los parajes por que se vaya a navegar; y, si se trata de uno con motor auxiliar, parece natural tomar para velocidad la media correspondiente a los días en que la del buque de vela sea superior a su media total.

Sentado esto, se comprende que, teniéndose que determinar solamente el desplazamiento, se hará uso de los abacos (IV) y (V); pero es necesario determinar sobre el primero la curva de igual velocidad, lo que fácilmente se consigue teniendo en cuenta que $u = \frac{v}{D^{1/6}}$ (a), y bastará, pues, determinar para cada curva del abaco (IV) el valor de u para el que se verifica la condición (a). Finalmente, trazando esta curva, en los puntos de encuentro de ella con el haz del abaco (V), se tienen los buques que se buscan, procediéndose después como en los otros casos para determinar cuál de ellos proporciona el máximo valor de y.

3.º *Se imponen las formas del buque y, por tanto, la curva de resistencia.*

Claro es que, en este caso, se procede de modo enteramente igual a los anteriores; la sola diferencia está en ser el problema completamente determinado en todos ellos y obteniéndose como resultado, no el buque de máximo rendimiento económico, sino solamente el que poseerá tal propiedad dentro del tipo impuesto.

4.º *Se imponen el desplazamiento y la velocidad.*

Conviniendo, evidentemente, emplear la menor fuerza posible de máquina y conociéndose $u = v_1 : D^{1/6}$, sólo es necesario buscar el buque al que corresponda el menor valor de K, dentro de las demás condiciones que ha de reunir todo buque y, en especial, un mercante.

5.º *Se impone la máquina.*

Tal condición equivale a suponer

$$(m) \qquad \gamma F = K \cdot D^{2/3} \cdot v^3 = \text{constante}$$

fórmula en que nos daremos γ aproximadamente, según el valor de F.

La fórmula (m) puede escribirse

$$\gamma F = K \cdot \frac{v^2}{D^{1/3}} \cdot D \cdot v = K u^2 \cdot D \cdot v = K u^2 \cdot u \cdot D^{1/6} \cdot D$$

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

de donde

$$Ku^2 = \frac{\gamma F}{u \cdot D^{7/6}}$$

con cuya fórmula puede construirse un nuevo abaco dando Ku^2 en función de u, para los diversos valores de D.

a) Si sólo se impone la máquina, podemos construir una curva análoga a las $F(u, D) = o$ de que antes se ha tratado, uniendo los puntos de corte, correspondientes a los mismos desplazamientos, del nuevo abaco y del (III). Las intersecciones con esta curva de las del abaco (V) nos darán las características de los buques que hacen máximo a y en las condiciones impuestas.

b) Si, además de la máquina, se impone la velocidad, se trazará la curva de ella constante en el nuevo abaco y se determinarán sus intersecciones con las curvas $z = Ku^2$ del abaco (V).

c) Si lo impuesto, además, es el desplazamiento, bastará análogamente hallar dichas intersecciones con las curvas del abaco (V) de la correspondiente al desplazamiento fijado en el nuevo abaco.

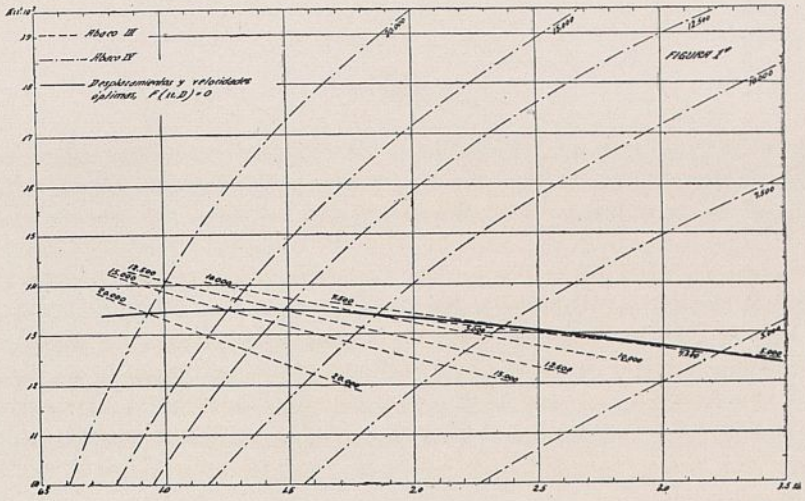
6.º Si además de las condiciones impuestas en *a*), *b*) y *c*) se fijasen las formas del buque, se procedería del mismo modo explicado, con la sola diferencia de operar con la curva $z = Ku^2$ del tipo de buque elegido, en lugar de hacerlo con todas las del abaco (V).

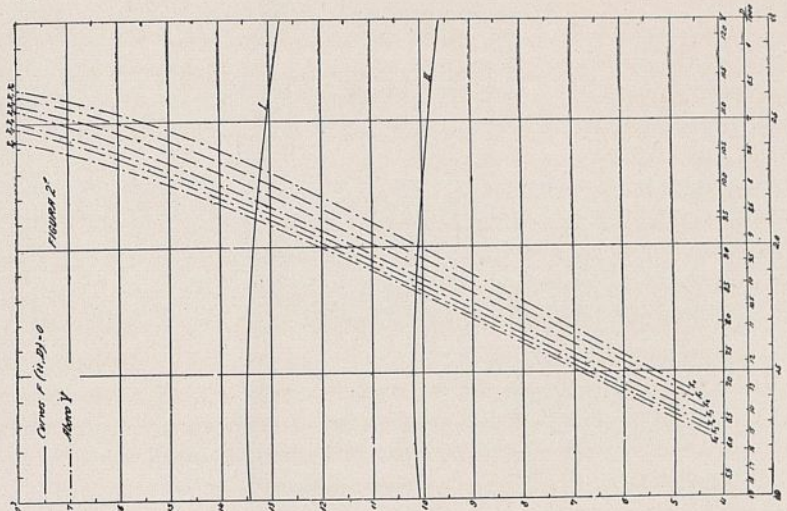
Elección de la clase de buque.—Pueden ocurrir casos en que la índole del servicio permita el empleo de buques de vela o con motor auxiliar. Para conocer de qué clase es el más conveniente, bastará hacer las operaciones explicadas en cada caso con los tres tipos de buque, y llevando las características de cada uno a la ecuación (2), ver por ella cuál dará mejor resultado, poniéndola para ello bajo la forma sencilla

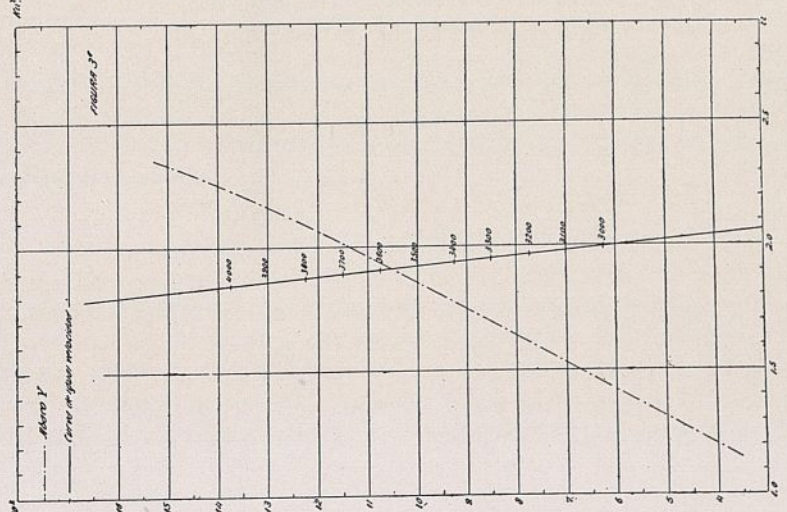
$$v = \frac{1}{P + r}\left[1 - \frac{aP}{x} - bM(Ku^2)\right] - \frac{c}{x}$$

Escalas intermedias para repostarse de materias de consumo de máquina.—Para hacer el estudio de la utilidad o perjuicio de estas escalas, no habrá más remedio que repetir las operaciones, en cada caso, suponiendo se hagan dichas escalas. Claro es que es preciso tener en cuenta, no sólo los gastos de carga, etcétera, del combustible, sino también los de puerto que la faena ocasiona, y también del aumento de días del viaje, incorporando los de escalas a los de puerto. Y, por otro lado, no deberá olvidarse al calcular i y coeficientes a, b, c, el aumento

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO







FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

que aquél experimenta al hacerlo la carga útil. En una palabra, el problema es de resolución algo laboriosa por las muchas circunstancias a tener en cuenta, pero en muchos casos será conveniente su detenido examen.

EXPLOTACIÓN DE UN BUQUE.—El estudio de este extremo se reduce al del buque cuyo desplazamiento y formas están impuestas, puesto que aquél ha de depender de la cantidad de carga que lleve el buque.

No queda más cantidad sobre la que se pueda operar que la velocidad, y, por tanto, el problema se reduce a examinar por la fórmula

$$v^2 = \frac{r(x - a\mathrm{P})}{b\mathrm{MK}(2\mathrm{P} + 3r)}$$

deducida de la (I) substituyendo los valores de B' y C' y teniendo en cuenta que $A = r \cdot v$, cuál es el de ella que conviene emplear en cada caso.

También puede examinarse la cuestión viendo en cuánto debe variarse, aproximadamente, la velocidad óptima según la importancia de las variaciones que experimenten las cantidades de que depende. Valiéndose de la diferenciación logarítmica, y haciendo extensivo el resultado a incrementos no infinitesimales, se tendrá con suficiente exactitud

$$\Delta v = \frac{v}{2}\left[\frac{2\mathrm{P}}{2\mathrm{P} + 3r} \cdot \frac{\Delta r}{r} + \frac{\Delta x}{x - a\mathrm{P}} - \frac{(2x + 3a \cdot r)\mathrm{P}}{(x - a\mathrm{P})(2\mathrm{P} + 3r)} \cdot \frac{\Delta \mathrm{P}}{\mathrm{P}} - \right.$$

$$\left. - \frac{\Delta(b\mathrm{MK})}{b \cdot \mathrm{MK}} - \frac{a \cdot \mathrm{P}}{x - a\mathrm{P}} \cdot \frac{\Delta a}{a}\right] \qquad (5)$$

fórmula que permite determinar en cuánto ha de variarse la velocidad óptima en función de las variaciones que experimentan los demás elementos, debiéndose tener cuidado de afectar esas variaciones del signo que les corresponde.

APLICACIONES

El procedimiento seguido para la determinación del buque que, en cada caso, haga máximo el rendimiento económico no es absolutamente riguroso, puesto que para llegar a las fórmulas (3) y (4) se han supuesto constantes coeficientes que, en realidad, no lo son. Sin embargo, como sus variaciones en función del desplazamiento y velocidad son

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

pequeñas, se comprende que el resultado obtenido ha de ser suficientemente exacto en la práctica y permitirá conocer el desplazamiento y velocidad más convenientes al tipo de buque elegido.

Como aclaración de la teoría expuesta, se consignan a continuación algunos ejemplos; debiendo advertir que los coeficientes empleados han sido deducidos de datos de revistas extranjeras, no estando, probablemente, de acuerdo con los que se obtendrían en España, y menos hoy día en que, cuando al tráfico marítimo se refiere, se halla tan lejos de la normalidad; a pesar de ello, como los coeficientes elegidos son, en último extremo, dependientes de las relaciones entre las diversas clases de gastos y el ingreso, se comprende que estas relaciones han de ser menos variables que el valor absoluto de los términos que las producen, y, por tanto, es de presumir que las consecuencias que se deduzcan de este estudio sean, en conjunto, aceptables.

En los ejemplos que siguen se ha supuesto se trata de un servicio para buques de carga, que navegan abarrotados, siendo de 4.000 millas la distancia a recorrer.

El abaco (V) (figura 2.ª), correspondiente a los buques tomados como tipo, se ha construído deduciéndolo de las curvas de resistencia de siete de ellos, convenientemente elegidos entre los de buenas formas y con partes paralelas variando de 0 á 60 por 100.

Suponiendo el carbón a 2 libras la tonelada, se ha determinado la curva I (figura 2.ª), o sea, la $F(u, D) = 0$ para este caso, que, como hemos dicho, es una escala de desplazamientos y velocidades reales; escala que se ha incripto en la parte inferior de la figura, la primera en millares de toneladas $\frac{D}{1.000}$, y la segunda en millas v.

De cuanto se ha expuesto se deduce que el punto de intersección con la curva I de las del abaco (V) da el desplazamiento y velocidad que, aproximadamente, corresponden al buque en proyecto cuando sus formas sean las correspondientes al del modelo considerado, obteniéndose con dichas características un rendimiento económico que puede asegurarse estará en los alrededores del máximo para el valor dicho del combustible.

En el adjunto cuadro se consignan los resultados para siete buques, los cuatro primeros para un precio del carbón de 2 libras la tonelada, y los tres últimos para un valor doble del combustible, o sea de 4 libras el carbón y 16 el petróleo (curva II).

Los buques 1, 2 y 3 son los que las curvas dan como mejores en el primer caso, de los tipos respectivos.

El buque número 4 es del tipo K_2, pero con desplazamiento y ve-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

locidad fijados arbitrariamente y no con arreglo al resultado de los abacos, viéndose que el beneficio con él obtenido es menor que con los otros.

El buque número 5, del tipo K_2, tiene la velocidad y desplazamiento que, según los abacos, corresponde a un buen rendimiento con combustible a doble precio, sus características estando determinadas por el punto intersección de la K_2 del abaco (V) con la II.

El buque número 6 es el mismo número 2 empleado en servicio análogo, pero con combustible a doble precio.

Por último, el número 7 se refiere a un buque de vela con motor auxiliar, cuyas características se han determinado en la fig. 3.ª por el procedimiento indicado para el caso segundo, de imponerse la velocidad.

CARACTERISTICAS	1	2	3	4	Combustible a doble precio. 5	6	7
Tipo del buque	K_0	K_2	K_6	K_2	K_2	K_2	K
Desplazamiento (D)	7,700	8,100	8,650	10,000	9,600	8,100	3,570
Velocidad	10,25	9,90	9,50	12,00	8,85	9,90	7,00
Carga	5,300	5,700	6,150	6,700	6,750	5,700	2,650
Días en la mar	16,25	16,80	17,50	13,85	18,80	16,80	22,90
Días en reparaciones	2,15	2,20	2,35	1,89	2,30	2,20	4,00
Días en puerto	4,45	4,60	4,80	5,30	5,15	4,60	2,65
Duración total del viaje	22,85	23,60	24,65	20,65	26,25	23,60	29,55
I = Ingreso bruto (a 3 £ flete útil)	15,900	17,100	18,450	20,100	20,250	17,100	7,300
Gastos de puerto	388	415	451	515	502	415	160
Gastos de reparaciones, etc.	2,070	2,225	2,490	2,220	2,790	2,225	1,270
Gastos de máquina	4,480	4,800	5,200	8,300	5,740	6,370	400
Gasto total	6,938	7,440	8,141	11,035	9,032	9,010	1,830
Beneficio total	8,962	9,660	10,319	9,065	11,218	8,090	5,470
Beneficio por día y tonelada de desplazamiento	0,0510	0,0507	0,0484	0,0430	8,0450	0,0420	0,0515

CONSECUENCIAS

Del estudio y ejemplos que preceden, se deducen las siguientes consecuencias:

1.ª La explotación de cada servicio marítimo exige una velocidad y un desplazamiento determinados, características que son las que procuran un rendimiento económico máximo, no conviniendo separarse mucho de los valores óptimos, ya que ello lleva consigo una disminución de aquél.

2.ª Para la misma clase de servicio y la misma distancia a recorrer

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

en el viaje, las características varían poco, aunque sean distintos el flete y gastos, ya que el rendimiento económico depende de las relaciones de éstos a aquél y no de sus valores absolutos, y se comprende que dichas relaciones han de variar poco en circunstancias normalizadas.

3.ª Siendo el gasto de máquina el que más influye en el rendimiento económico, se deduce que el buque óptimo para un servicio determinado de una nación no lo es para otra que lo emplee en otro análogo si los precios de combustible son distintos.

4.ª Aun para diversos valores del combustible, es posible obtener rendimientos económicos poco diferentes, si se dan a los buques el desplazamiento y velocidad convenientes. Pero, es de observar que a medida que sube el precio del combustible, aumenta el desplazamiento del buque óptimo y disminuye la velocidad; resultado desfavorable para aquellas naciones que no tienen combustibles a bajo precio y, al mismo tiempo, no disponen de un gran volumen de mercancías.

5.ª Esta última consecuencia desfavorable puede compensarse, siempre que la índole del servicio lo permita, recurriendo al empleo de los buques de vela con motor auxiliar, que con menor desplazamiento proporcionan rendimientos económicos análogos a los de los buques de vapor.

CONCLUSIONES

PRIMERA. Que no parece conveniente adoptar unos cuantos tipos de buques-"patrón" para nuestra flota comercial, a pesar de lo cual sería conveniente ver si tal solución es posible en vista de sus indiscutibles ventajas.

SEGUNDA. Que sí lo es, evidentemente, el estudiar las condiciones en que se efectúa cada tráfico, con objeto de determinar la velocidad y desplazamiento, disposiciones interiores y formas de los buques a él indicados."

Sobre el anterior trabajo se aprueban por unanimidad las conclusiones siguientes:

Primera. Que no es recomendable adoptar tipos de buque "patrón" para nuestra flota comercial; a pesar de lo cual sería conveniente ver si tal solución es posible en vista de sus indiscutibles ventajas.

Segunda. Que sí lo es, evidentemente, el estudiar las condiciones en que se efectúa cada tráfico con objeto de determinar la velocidad y desplazamiento, disposiciones interiores y forma de los buques a él dedicados.

Acto seguido, el Sr. PRESIDENTE levanta la sesión. Son las doce horas y treinta minutos de la mañana.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

ACTA DE LA SESION CELEBRADA EL DIA 19 DE NOVIEMBRE DE 1919

Se abre la sesión a las diez y media de la mañana.

Abierta la sesión por el Sr. PRESIDENTE, se lee la siguiente Memoria del Sr. ALDEREGUIA, cuyas conclusiones, por tratarse de un asunto que ha pasado a estudio de la Comisión nombrada en el día de ayer, y que figura en el acta correspondiente, se dió traslado de ellas a dicha Comisión.

"NECESIDADES ACTUALES DE LA CONSTRUCCION NAVAL EN ESPAÑA

Por D. CLAUDIO ALDEREGUÍA.

Conociendo nuestro modo de ser, no es extraño que la industria naval, como otras muchas, haya llevado una vida muy lánguida en nuestro país, ni que el capital español se preocupara apenas de su desarrollo.

Ultimamente, sin embargo, y en vista de los grandes negocios realizados por las Casas navieras durante la guerra mundial, se ha reaccionado algo en ese sentido; y aunque sin la debida preparación ni el estudio necesario para lograr cumplidamente sus fines, se ha lanzado a construir buques, por lo general de pequeño tonelaje, que siendo buenos quizá para un apuro de momento, no responden en muchos casos con exactitud a las peticiones de los armadores, y dejan en otros bastante que desear, por no hallarse, sin duda, las personas que se han dedicado a su construcción en las condiciones técnicas que ese trabajo requiere.

Tan pronto vemos, en efecto, a un extranjero cualquiera actuando como Director técnico en las varias especialidades que la Ingeniería

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

naval abarca, aunque con anterioridad no hubiera pasado de estar en algún astillero de su país de guardaalmacén o, a lo más, de capataz de algún taller, o de delineante de segunda fila, como a un técnico español que, por lo menos, lo es, aunque nunca se hubiera ni haya dedicado a esa complicada rama de la Ingeniería, como incluso, por último, a quien no tiene título alguno y ni entiende, ni puede entender, de tales menesteres.

No me refiero, como es consiguiente, a algunos de los técnicos que, dedicados de lleno a la Construcción naval, han hecho una preparación adecuada, siendo, en realidad, Ingenieros navales, a lo menos, hasta cierto punto, a pesar de lo cual dudo que entre estos mismos los haya completos si no han cursado la referida especialidad en toda su extensión, dedicándose más bien a ramas determinadas de ella, en relación con el trabajo que les haya sido encomendado.

El proyecto y construcción de un barco de modo que llene todas las exigencias que se le impongan, es problema que sólo al Ingeniero naval que sea completo le toca resolver. No basta conocer perfectamente la resistencia de materiales, las construcciones metálicas y de madera, los motores que se utilizan para la propulsión, las distintas materias, en fin, que se exigen al Ingeniero mecánico y al de construcciones civiles: es indispensable algo más: aparte de la solidez en la construcción del casco, teniendo en cuenta los varios esfuerzos a que un buque se halla sometido en mares agitados; aparte de la instalación y buen montaje de los motores, que, de ser alternativos, deben construirse muy bien equilibrados para evitar las fuerzas de inercia, y como efecto en el buque las vibraciones a que dan lugar; aparte, por último, y como hemos dicho, de los conocimientos propios a los técnicos antes mencionados, que deben aplicarse al caso particular de que se trata, caso completamente distinto y sin analogía alguna con los que pueden presentarse en las demás industrias, existen otros factores de los cuales dependen— la velocidad, la seguridad del buque, sus cualidades evolutivas, etcétera, etc.—, que no es posible conozcan aquéllos, como no sean al mismo tiempo tales Ingenieros navales, habiéndose dedicado de lleno a la especialidad correspondiente.

En apoyo de mi tesis, y aunque es una verdad como un axioma que no necesita demostración, puedo decir que en Francia, por ejemplo, y en la Escuela de Aplicación de Ingeniería naval, exigen que se estudien y se aprueben las materias que son, al parecer, exclusivo patrimonio de otras especialidades. A varios Oficiales de nuestra Marina, sin ir más lejos, se les obligó a examinarse en la citada Escuela de "Electricidad", a pesar de tener el título de Ingenieros electricistas del Instituto de

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Montefiore (Lieja) (1), manifestándoles el Director que, aun siendo grande la valía de tan preciado título, que no muchos Ingenieros podían obtener, y aun considerando que, por su especialidad en la materia, eran desde luego superiores en la misma a los Ingenieros navales, como dentro de aquella especialidad existía otra que, seguramente, no conocerían, la "Aplicación de la electricidad a bordo de los buques", se hallaba obligado a hacerles sufrir el correspondiente examen, sin cuyo requisito no podría expedírseles el título de Ingenieros navales a que aspiraban.

Y tenía razón: el paso de una línea a través de mamparos estancos; la instalación en forma que al inundarse un compartimento no se perjudiquen los servicios de todos los demás; ciertas maniobras a distancia, y otros mil detalles que sólo al Ingeniero naval incumben o interesan, no los conocían anteriormente, ni como Ingenieros electricistas, ni como Oficiales de Marina.

Y no sólo ocurrió eso con la citada materia: se les obligó de igual modo a examinarse, entre otras cosas, de "Compensación de agujas", especialidad que ellos creían exclusiva del marino, y que, no obstante, debe conocer el Ingeniero naval tal vez mejor, con objeto de que pueda entregar los buques que construya en perfectas condiciones para que se hagan a la mar inmediatamente.

No cabe duda, por lo tanto, que, si tratándose de conocimientos de esa naturaleza, la Ingeniería naval exige su ampliación, y la exige con razón sobrada, en lo que afecta a su especialidad en sí, ella sola es la única que, no ya legal, sino real y verdaderamente, está capacitada para ejercerla.

Hay que considerar que el proyecto de un barco es siempre un compromiso: entran en él factores antagónicos; no es posible mejorar una de sus cualidades sin que sea a expensas de otra u otras que, a su vez, no conviene aminorar. Para un mismo desplazamiento, por ejemplo, un pequeño aumento de velocidad implica otro muy grande en la potencia de sus máquinas, y, por tanto, de su peso y su consumo; si el radio de acción no varía, necesitará mucha mayor cantidad de combustible, resultando, por efecto de ambas causas, que se reduzca notablemente la carga que pueda conducir; si la reducción en ésta no conviene, el desplazamiento tendrá que ser mayor; pero entonces la velocidad impuesta

---

(1) No menciono, por aquello de ser título español, el hecho de que todos los Oficiales de Marina eran Ingenieros electricistas-torpedistas dentro de su Cuerpo; pues, a causa de su procedencia, siempre habrá quien lo considere como de poca monta.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

no podrá alcanzarse con la potencia de máquinas que antes se había calculado, y nos veremos de nuevo en el mismo compromiso.

Todo esto dicho a la ligera y sin entrar de lleno en la cuestión, y los muchos y complicados problemas que al Ingeniero naval se le presentan, como son la estabilidad del buque, distribución, navegabilidad, medios de inundación y achique, ventilación, habitabilidad, cualidades evolutivas, etcétera, hacen ver claramente que un barco es la obra más compleja de todas las que puedan existir en la Ingeniería.

Y aquí, en España, en donde siempre es necesaria la garantía del técnico correspondiente para la obra de más mínima importancia, nada absolutamente se exige para aquélla. ¿No es esto un contrasentido?

Ni la Ingeniería naval es cosa secundaria, ni está, ni puede estar, al alcance de cualquiera, a juzgar tan sólo por lo poco que hemos indicado, y, no obstante, resulta: que en cuestiones que son siempre difíciles, y en las que incluso el Ingeniero especialista no encuentra soluciones que satisfagan por completo, se deja que pueda resolverlas todo el mundo, aunque la solución que dé sea a capricho, como tiene que suceder forzosamente, o que la obra se ejecute sin ocuparse del problema, dando por bueno el resultado que después se alcance.

Por esa causa ocurre que, al pedirse un proyecto de buque que deba responder a ciertas condiciones, algunos astilleros se limitan a mandar un plano de conjunto o vista que nada dice con respecto a aquéllas, sin ocuparse de los planos de trazado que son indispensables, ni de los cálculos de los diversos elementos que son tan necesarios, ni de los escantillones de las diferentes piezas, siquiera sea de la cuaderna maestra, ni de los detalles, en fin, que den a conocer si el buque que proponen llena las condiciones exigidas.

Y es que, en la mayoría de los casos, no hay en ellos técnico alguno que proyecte ni pueda hacer siquiera el estudio de un proyecto que se les envíe, bastándoles, para salir del paso, pedir copia de los planos más precisos a cualquier Casa extranjera, que, al mandarles lo que tenga, sirva o no, les indica a lo sumo las reformas que, a su juicio, conviene introducir, para que el barco satisfaga a lo que de él se exige, trasladando todo ello a su cliente.

Y ese no puede ni deber ser el sistema: es menester que los constructores españoles estén en condiciones para proyectar y construir, por sí y con perfecto conocimiento de causa todo cuanto se refiere a la industria naval, sin depender para nada de la buena fe, relativa, del Extranjero, ni aceptar cosa alguna que él no haga o pueda comprobar debidamente, presentando, no sólo los planos generales de conjunto, sino los elementos todos que constituyen el proyecto de un buque o de una máquina. Y así como se exige que sea un Arquitecto el que pro-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

yecte y construya un edificio, aunque hay otros Ingenieros que estudian y conocen la materia, o un Médico que firme la receta que a un enfermo se prescribe, aunque en ciertos casos es la naturaleza de éste quien lo salva, en la industria de que nos ocupamos, distinta por completo de las que corresponden a los otros técnicos, y en donde la naturaleza no presta auxilio alguno, forzosamente ha de ser lo mismo por lo menos.

Esa es una verdad tan evidente, que están de más las razones que antes hemos apuntado.

Creo firmemente, por lo tanto, que a la siguiente pregunta que hace el Comité, "¿Qué necesitan los constructores españoles para proyectar y construir buques, máquinas y calderas, que respondan exactamente a las peticiones de los armadores?", sólo cabe una respuesta, que es la misma para todos los ramos y géneros de industria, aplicada, como es natural, al caso particular de que se trata.

"Tener los conocimientos necesarios para serlo; es decir, que sean Ingenieros navales."

Ahora bien: como hoy no existen tales Ingenieros, a excepción de unos pocos de la Armada, que no llegan, ni con mucho, para las necesidades del Estado, es indispensable hacerlos. Y para eso forzoso es que se exija el título correspondiente, puesto que, de lo contrario, nadie piensa en adquirirlo, a pesar de la Escuela que hay en El Ferrol abierta hace tres años, y en la que pueden ampliar sus estudios con la especialidad de que se trata los Ingenieros y Arquitectos que así lo soliciten, sin que tengan que revalidar asignatura alguna, única Escuela en España en que tal cosa se acepta.

Claro es que, actualmente y por el momento, no cabe exigir el título en cuestión; pero debe exigirse de aquí a seis años como máximo; pues cursándose la especialidad en dos, hay tiempo suficiente y aun sobrado para que lo obtengan todos cuantos quieran poseerlo (1).

Si algún perjuicio pudiera existir respecto a la citada Escuela, que es también la de los Ingenieros de la Armada, se debe hacer constar que el antiguo Cuerpo de éstos, que, tal vez por escaso y no bullir, apenas se conoce, ha proyectado y construido buques de guerra de tipos diferentes, que actualmente navegan todavía. Y los que eso hicieron bien pueden enseñar a proyectar y construir barcos mercantes.

A mayor abundamiento, y por si lo español fuera insuficiente, conste también que, en el Cuerpo de Ingenieros de la Armada, hay un núcleo de antiguos Oficiales de Marina, unos, con título de Ingenieros

(1) Hasta ahora, sólo existe un Ingeniero que haya cursado estudios y obtenido el título en la referida Escuela.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

navales franceses, y otros, italianos (1), que bien han podido aportar al nuestro la técnica seguida en los países respectivos.

Conste, por último, que la mayor parte de los citados Ingenieros de la Armada han estado largo tiempo en el Extranjero, principalmente en Inglaterra y Norteamérica, en donde siempre se halla destinado alguno y conocen la industria naval de otras naciones.

Es de suponer, por consiguiente, que la base, en lo que al personal respecta, ofrece inmejorables garantías de enseñanza, y que todo el que quiera aprender y especializarse en la materia puede hacerlo en España quizá mejor que en parte alguna (2).

He tocado ese punto, en cierto modo innecesario, haciendo las consideraciones que preceden, porque, al parecer, hay muchos que lo desconocen casi por completo, y hasta otros inclusive no saben ni que existe dicha Escuela, ni cómo se ha formado, o lo que son los Ingenieros de la Armada, aparte de que, dado nuestro empeño de creer malo todo lo español, conviene que tal idea se destierre, dando a conocer los elementos con que España cuenta para el desarrollo de su industria.

Con esa base, pues, y la práctica de construcción que es fácil adquirir en los varios astilleros y arsenales que hoy existen, tenemos ya los medios necesarios para que el Ingeniero naval que salga de la Escuela y quiera serlo responda a cuanto de él pueda exigirse.

No estará de más, al mismo tiempo, que, en cuantas ocasiones se presenten, haga por visitar las factorías y talleres extranjeros, porque es muy fácil que encuentre en ellos algunos adelantos cuya adopción convenga a nuestra industria, o adquiera más conocimientos, que siempre pueden serle provechosos.

Todo lo anteriormente expuesto se refiere, como es natural, a la enseñanza técnica del personal director, o sea a la del proyectista y constructor de buques, y máquinas y calderas para los mismos, pudiendo asegurarse que, en la citada forma, la capacidad de nuestros técnicos navales no tendrá por qué envidiar a la que nos ofrezcan los de los demás países.

Respecto a su eficiencia, en cambio, podría ser menor si no cuentan con los elementos que éstos tienen; causa por la cual debemos todos esforzarnos para que no carezcan de los que verdaderamente necesiten.

En realidad, el único de importancia entre estos elementos es el "tanque de experiencias", que es de esperar nos facilite el ministerio

---

(1) Existe incluso un Ingeniero de la Armada que acaba de obtener el título de Ingeniero naval en Boston (Estados Unidos).

(2) En Francia, la Escuela de Ingenieros navales es también la de los Ingenieros de la Armada, y se halla a cargo de éstos.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

de Marina antes de poco, pues de él empezó a ocuparse el creador de la antedicha Escuela, que, sin duda, lo hubiera adquirido hace ya tiempo de haber sido posible, dados los valiosísimos servicios que tan útil elemento presta a las Marinas, tanto militar como mercante, y el gran entusiasmo e interés que siempre ha demostrado el General Miranda por el desarrollo de ambas y que demostrarán de igual manera sus dignos sucesores.

Para los técnicos que conocen el asunto, no cabe decirles nada nuevo; para los que no lo son, y con objeto de que puedan apreciar lo que un "tanque de experiencias" significa, diremos solamente dos palabras para no extendernos mucho, poniéndoles de manifiesto los resultados que con él se obtienen.

Gracias a pequeños modelos de buques que se quieren ensayar, hechos de parafina, y aplicando a ellos la similitud mecánica, con un "tanque" de experiencias, puede saberse a ciencia cierta las formas de carena que más convienen a determinado tipo, según la velocidad para que haya sido proyectado: todo es cuestión de medir la resistencia que los tales modelos presentan a la marcha, conviniendo más el que menor la ofrezca, puesto que alcanzará la velocidad que se haya impuesto con una potencia más pequeña de sus máquinas, o, de ser ésta la misma, la velocidad del buque respectivo será siempre mayor.

Un caso muy curioso de experiencias realizadas no hace mucho en Norteamérica, y que ha llevado el año último a la elección del tipo "Standard" en sus barcos de comercio, nos dirá mejor que nada lo necesaria que es la adquisición del referido tanque.

Buscando simplificar las construcciones con objeto de terminarlas con toda rapidez, se hicieron para determinados tipos de barco varios modelos de características iguales, pero de formas de carena diferentes, resultando que, para un modelo de formas comunes y corrientes y otro en que éstas sean simplificadas en extremo, se obtiene la misma velocidad, con una diferencia insignificante en la potencia de sus máquinas, por lo menos, hasta llegar a un límite, que es, en relación, muy elevado. Así, por ejemplo, en los modelos números 2.023 y 2.056, para no referirnos más que a un tipo, que en este caso corresponde a un buque de 13.137 toneladas, con 121,92 metros de eslora, 27,46 de manga y 7,92 de calado, la potencia de máquina necesaria para alcanzar ambos una velocidad de 14 millas fué de 2.260 y 2.300 HP., respectivamente, o sea prácticamente igual, perteneciendo el primer modelo al barco de formas ordinarias, y el segundo, al de formas muy sencillas.

Ahora bien: ambos buques tenían, al centro y en una extensión de unos 41 metros de su eslora, la misma sección transversal igual a la de la cuaderna maestra, que se hallaba constituida por dos partes rectas

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

unidas en el pantoque por una curva; pero, en tanto que el primer modelo, en una extensión de 33 metros en total, correspondiendo a las cuadernas contiguas a proa y popa, tenía solamente recta la parte de muralla vertical, y el resto del buque, en unos 47 metros, pertenecientes a ambas extremidades, estaba formado por partes curvas, todas las cuadernas del segundo modelo se hallaban constituidas por dos partes rectas unidas por una curva de pequeñas dimensiones. No cabe duda, por lo tanto, que, con este último modelo, comparado con el de formas ordinarias, se había y se ha de obtener, seguramente, una sencillez de construcción notabilísima, dado el mucho trabajo que lleva consigo el volteo de cuadernas, y una gran economía de tiempo y de dinero, resultado que quería conseguirse, sobre todo en lo que al factor tiempo se refiere, como antes hemos indicado, que era el que realmente interesaba a Norteamérica al entrar de lleno en el conflicto.

Sin el "tanque de experiencias", los ensayos como éste, que resultan con él tan económicos, no podrían realizarse en modo alguno; pues no hay Empresa ni aun nación que tenga disponible, solamente para pruebas, un capital tan grande como el que hace falta para la construcción de varios buques de formas diferentes, en cada uno de los muchos tipos que hoy existen y se hacen necesarios.

En cuanto al Ingeniero, por sí solo, no puede aventurarse a variar radicalmente de formas, llegando cuando más a hacer la variación por grados insensibles—aunque represente siempre un cierto gasto—para no exponerse a que el buque construido resulte aún peor que sus predecesores, perdiendo en algo con la innovación que se introduzca.

Es que las fórmulas que dan a conocer la resistencia que el agua opone a la marcha de los barcos no pueden ser exactas, entrando en todas ellas parámetros que dependen precisamente de la forma y tipo de los mismos buques, y cuyo valor, para un proyecto, se escoge arbitrariamente y por comparación con los obtenidos en buques o tipos similares.

La resistencia directa, la debida al frotamiento, la de las ondas u olas que levanta el barco a partir de una cierta velocidad, la de toda clase de apéndices, etcétera, sólo pueden conocerse con exactitud, o bien directamente, o bien por medio de modelos, en el tanque de experiencias.

Y en éste, no solamente se estudian las formas de carena que más convienen a determinado tipo: se estudian también las de los propulsores, cuya acertada elección es de tanta importancia para todo buque.

Haciendo ensayos, en efecto, con modelos de hélices distintas pueden hallarse los valores de sus rendimientos máximos en función de las velocidades de traslación, con el número de revoluciones correspondientes, los empujes, retrocesos, etcétera; y caso de realizarlos si-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

multáneamente con el modelo del buque en que se hayan de montar, podrá saberse el valor de los empujes necesarios, el número de revoluciones de los propulsores, sus respectivos rendimientos y la resistencia del barco, todo ello en función de las velocidades a que navegue.

No se puede pedir más, por lo tanto; y con lo dicho ha de bastar, seguramente, para que el más profano en la materia se convenza de la necesidad que España tiene de adquirir ese elemento.

Se cuente o no con él, es también muy útil para el Ingeniero proyectista tener un gran número de datos de buques construidos para que así pueda tomar con más acierto el valor de los parámetros que, como hemos dicho, entran en las fórmulas, y asegurar, por consiguiente, los resultados que deben obtenerse, de acuerdo con las exigencias que le hubieran sido impuestas; de lo contrario, esa seguridad no existe, y es muy fácil que el proyecto falle y no responda, ni con mucho, a lo que su autor se proponía, no alcanzando el barco las necesarias condiciones.

De tomar los armadores el asunto con empeño, facilitando datos de los buques que poseen, dispondremos de una colección, si no completa, suficiente al menos para tener un punto de partida que nos lleve al final que se persigue.

Con lo anteriormente expuesto, tenemos ya al técnico especialista con todo el bagaje necesario. Posee los conocimientos que hacen falta para dedicarse a la industria naval que nos ocupa y a las que con ella están relacionadas; ha adquirido práctica bastante, visitando fábricas, talleres y astilleros, en los que ha estado inclusive un cierto tiempo para aprender lo más posible; cuenta con datos numerosos de buques, máquinas, calderas, gradas de construcción, etc., etc., con los que ha formado un buen archivo; puede hacer, o mandar hacer, experiencias con el tanque; se halla en buenas condiciones, por lo tanto, para proyectar y construir cuanto le pidan; y a igualdad, como es natural, de inteligencia, de elementos de trabajo y de libertad de acción para desarrollar sus planes, podrá estar seguramente a la altura de cualquiera.

No es necesario más en lo que al constructor en sí se relaciona, juzgando, en resumen, que el Congreso debe formular las siguientes peticiones que propongo:

1.ª Que, a partir del 1 de enero de 1925, se exija el título de Ingeniero naval, que hoy únicamente se puede obtener en la Escuela de El Ferrol, a cuantos se dediquen a la industria correspondiente.

2.ª Que para la construcción de astilleros, diques, varaderos, buques de todas clases y máquinas y calderas para los mismos, se haga necesaria desde ahora la presentación de un proyecto aprobado por la Dirección general de Navegación y Pesca marítima, o del Centro de proyectos del ministerio de Marina cuando funcione, aprobando igual-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

mente dicha Dirección o Centro las obras que se ejecuten una vez que se hallen terminadas.

3.ª Que se solicite del ministerio de Marina la adquisición, en el menor plazo posible, de un buen "tanque de experiencias" en donde puedan hacerse los ensayos que se pidan, abonando solamente el costo del trabajo.

4.ª Que se invite a los armadores para que, en beneficio de la industria naval y de ellos mismos, faciliten los datos de sus buques a la antes mencionada Dirección, debiendo ésta remitirlos a su vez a los Ingenieros navales que lo soliciten."

Se concede la palabra al Sr. PARDO (D. Alfredo), el que lee su trabajo (1) sobre los nuevos procedimientos empleados en los Estados Unidos en la construcción de su flota mercante, y los resultados obtenidos hasta fines del año 1918. De su estudio deduce dicho señor ponente los que deberían emprenderse en España para impulsar las construcciones navales, y propone se recabe del Gobierno las conclusiones con que termina su Memoria, que dice así:

"TRANSPORTES Y CONSTRUCCIONES NAVALES

Por D. Alfredo Pardo y Pardo.

CONCLUSIONES

Primera. Que la Dirección de la Marina mercante favorezca la construcción de buques-tipo adecuados a las necesidades de nuestros comercios exterior y de cabotaje.

Segunda. Que la protección del Estado a los constructores consista en la concesión de primas que los coloque en las mismas condiciones de trabajo que estén los del país en que los materiales sean más baratos, para que aquéllos se vean obligados a modernizar sus medios de fabricación y conseguir que la prosperidad que pueda alcanzar esta industria sea real y no la ficticia que actualmente tiene, al amparo de la protección del Estado.

Tercera. Que se subvencione espléndidamente la construcción de máquinas-herramientas, exigiendo a los que soliciten esta protección serias garantías técnicas, a fin de que el "outillage" creado sea lo mejor posible.

Cuarta. Que se celebren concursos cada dos o tres años, para presentación de proyectos de buques que modernicen los tipos existentes.

(1) Publicado por el autor.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

QUINTA. Que el Estado construya por su cuenta y en sus arsenales el barco aceptado en el concurso, para, una vez comprobadas sus buenas cualidades, declararlo subvencionado y ordenar su construcción a los astilleros particulares, los cuales no deben exponer sus capitales en esa clase de experiencias.

SEXTA. Que se organice una Escuela-taller, dirigida por Ingenieros navales, para crear delineantes de barcos y maestros navales, personal este último que desempeñe, al lado de los Ingenieros navales, igual cometido que los montadores de máquinas, y que, sin conocimiento ni firma para proyectar, lo adquieran completo de los procedimientos prácticos de trazado en la Sala de Gálibos y en la preparación y montaje de todas las partes del casco y maquinaria de los buques.

SÉPTIMA. Que no se permita la construcción de barcos que no lleven la firma de un Ingeniero naval español, para que los que quieran especializarse encuentren el debido estímulo, y para que el Estado obtenga el correspondiente beneficio, pues con la tolerancia actual, que admite la construcción de barcos con planos extranjeros y autoriza a construirlos a cualquier persona, sea o no Ingeniero, sea o no español, nadie tiene interés en ser Ingeniero naval, y el país se ve privado de un personal capacitado, que, como los Ingenieros de otras especialidades, prestaría brillantes servicios y nos libraría de la tutela extranjera. Como esta medida no puede tener aplicación inmediata, debe señalarse un plazo de unos seis años para su implantación.

Terminada la lectura, el Sr. PRESIDENTE hace constar la satisfacción con que se ha oído por los señores Congresistas, y felicita al Sr. Pardo por su trabajo.

El Sr. ESPINO PASCUAL, después de haberse dado lectura a la comunicación presentada por él sobre el transbordador mecánico tipo "Sas", hace algunas aclaraciones sobre dicho trabajo y muestra planos concernientes a él. En extracto, lo explica en esta forma:

"EXTRACTO DE UN TRABAJO SOBRE EL "TRANSBORDADOR MECANICO "SAS"

Por D. FERNANDO ESPINO PASCUAL.

Todos sabemos las dificultades con que se tropieza en el transporte de mercancías, causa eficiente de la carestía que éstas alcanzan, debidas aquéllas a los jornales, cada vez más crecidos, que es preciso pagar por las Empresas correspondientes, a las huelgas parciales y totales de los obreros, que originan dificultades en el tráfico, a la lentitud con que

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

los trabajos se realizan y otras muchas causas que hacen verdaderamente tardío y costoso el término de la operación.

Hecha esta consideración preliminar, cabe imaginarse la ventaja que se obtendría, práctica y económicamente, si, por medio de un mecanismo que ya de suyo no ofreciera las interrupciones antes mencionadas, pudiéramos suprimir las cadenas de operarios que se precisan en toda operación de carga y descarga, con la circunstancia de poder reducir el tiempo invertido en aquélla. De este género es el aparato que proyectamos; pues creemos que su forma de construcción y modo de funcionamiento son condiciones que nos aseguran en todo caso el resultado apetecido, puesto que si una cadena compuesta de veinte obreros, con el jornal de cinco pesetas cada uno, transporta, teóricamente hablando, 120 metros cúbicos cada ocho horas, de las cuales pueden descontarse una pérdida no despreciable de tiempo y mercancía desperdiciada, el aparato objeto de nuestro estudio, trabajando siete horas (destinada una hora para posibles eventualidades), transporta 125 metros cúbicos de mercancía, supuesto una velocidad de un metro por segundo y una relativa calma en la operación, porque contando con personal práctico se conseguiría un rendimiento no inferior al cuádruple de la cantidad apuntada. La cadena de obreros queda, pues, ventajosamente substituída.

La esencia del aparato consiste en una caja oblonga, sostenida en posición declive por cuatro caballetes de altura variable; dentro de ésta van montados sobre cojinetes un cierto número de rodillos, provistos de dientes, dispuestos helicoidalmente, y un grupo de poleas de fundición por cuyas gargantas pasa una transmisión de cable sin fin destinada a hacerlos solidarios. El cilindro-motor se acciona por un tambor en el que se arrolla otro cable, que mediante una polea de envío va directamente a un cabrestante con motor cualquiera, que es la única energía que el aparato utiliza, pudiendo invertirse el sentido del movimiento con toda facilidad.

Hemos dicho cabrestante, aplicado el aparato al caso concreto de la descarga de un buque; pero nuestra idea estriba en aprovechar la energía que se utilice para la extracción en grandes masas de la mercancía (grúas, etcétera), para mover nuestro mecanismo. Adoptamos la forma de caja en el aparato para que en su interior se recoja la mercancía vertida en el transporte, la cual se extrae después por una compuerta situada en la parte inferior de un extremo. Fácilmente se comprende el funcionamiento de nuestro mecanismo, y creemos que de manifiesto están las ventajas conseguidas por él, respecto al tiempo, al aprovechamiento de materiales a descargar y mirando sobre todo a los desembolsos que habría que efectuar.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

CONCLUSIONES

Como atendemos, sobre todos los puntos de mira, al fin práctico que nos reportaría el aprovechamiento industrial de nuestro aparato, la misma economía nos impone construirlo de madera y materiales análogos que hacen a nuestro proyecto poco costoso. En efecto: consultados por nosotros algunos constructores cuya opinión está fuera de toda duda, asignan un coste total al aparato, en condiciones de prestar servicio, de 400 a 500 pesetas, y volviendo de nuevo sobre el ahorro y facilidades que da su empleo, creemos del caso las conclusiones que siguen:

PRIMERA. *Economía de tiempo*: No hay intermitencias y la operación finaliza antes.

SEGUNDA. *Economía de dinero*: Quedan reducidos considerablemente los jornales.

TERCERA. *Facilidad de instalación*: Sencillez de manejo (su mecanismo es elemental).

CUARTA. *Mayor aprovechamiento*: Se desperdicia una mínima cantidad de mercancía.

QUINTA. *Facilidad de reparación*: Sus materiales de construcción son fácil y rápidamente substituibles.

SEXTA. *Facilidad de transporte*: Sus reducidas dimensiones hacen al aparato muy manejable.

SÉPTIMA. *Sencillez y economía del motor*: Este sería utilizado siempre, aun en el caso de tracción a brazo.

OCTAVA. *Reducción de gastos anuales de transporte y aumento de rendimiento útil,* que podemos asegurar que *está en doble proporción,* como mínimo, de lo conseguido con cualquier otro procedimiento a seguir."

El Sr. PRESIDENTE levanta la sesión a las doce y media.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

ACTA DE LA SESION DEL DIA 21 DE NOVIEMBRE DE 1919

Se abre la sesión a las diez y media de la mañana.

El Sr. HUIDOBRO lee una interesante Memoria sobre la instalación de una base naval en Santander, presentando sus ventajas y exponiendo los detalles de dicha instalación, siendo muy aplaudido.

Dice así el extracto de dicha Memoria:

"BASE NAVAL SECUNDARIA EN EL MAR CANTABRICO

Por D. GABRIEL HUIDOBRO DE LA CUESTA.

EXTRACTO

Puntos fundamentales:

1.º La base secundaria del Cantábrico debe situarse en la meridiana de la isla de Cuessant.

2.º La distancia de nuestra base al Bidasoa no deberá ser mayor que la distancia del Bidasoa a la desembocadura de la Gironda.

3.º La base habrá de establecerse en un puerto natural.

4.º Deberán hallarse construídos los ferrocarriles comerciales y estratégicos de la zona donde se construya la base.

5.º Deberá hacerse el trazado de los muelles de modo que la escuadra atraque con facilidad, sin que los buques se estorben unos a otros, en cuanto sea posible; y

6.º Todos los servicios de aprovisionamiento y reparación podrán verificarse en todos y en cada uno de los muelles con absoluta independencia, excepto aquellos para los que sea necesario poner buque en seco.

CONCLUSIONES

La solución consiste en ampliar y habilitar la dársena y terraplenes de Maliaño hasta 108 hectáreas y el puerto comercial de Santander, con arreglo a las líneas fundamentales establecidas en el Anteproyecto

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

de Base naval secundaria en el mar Cantábrico, que se halla en el ministerio de Marina para su examen y pendiente de resolución, que procede solicitar."

Se da cuenta del siguiente importante trabajo que presenta el Ingeniero militar D. Mariano Campos:

"PROYECTO DE UNA SEÑAL FONICA DE COSTA QUE FUNCIONA AUTOMATICAMENTE POR LA FUERZA DE LA MAREA

Por D. Mariano Campos y Tomás, *Teniente Coronel de Ingenieros del Ejército.*

ANTECEDENTES

Se presenta el mencionado proyecto, estudiado con todo detalle, por si merece la atención del Congreso de Ingeniería. Su redacción fué motivada a causa de una instancia que hizo el autor en 19 de noviembre de 1907, en la que suplicaba a Su Majestad el Rey se le concediera el apoyo oficial para practicar ensayos que una Real orden de 3 de noviembre de 1903, dictada por el ministerio de Marina, consideraba conveniente realizar con un modelo de señal anterior, que fué posteriormente modificado y ampliado para obtener la emisión de la señal con intervalos de tiempo iguales, y a cuyas mejoras responde el actual Proyecto, que lleva la fecha de 31 de diciembre de 1909.

En 5 de marzo de 1910, la Sección de Ingenieros del ministerio de la Guerra remite, de orden del Excmo. Sr. Ministro de la Guerra, a la Junta Facultativa de Ingenieros, el Proyecto de señal fónica de costa, para que esta Junta informe respecto al mérito e importancia de dicho trabajo. Esta Junta, al final de su informe, dice:

"1.° Que podría concederse, por el pronto, al Capitán Campos el auxilio necesario para que puedan realizarse los ensayos relativos al mecanismo motor de su aparato.

"2.° Que si se acuerda la concesión de los auxilios que solicita se espere el inmediato resultado de los ensayos para promover el expediente de mejora de recompensa.

"3.° Que dicho expediente se promueva desde luego si no se acuerda dicha concesión de auxilios."

Debemos consignar que, con anterioridad a este informe, en Real orden de 24 de diciembre de 1907, se pidió otro a la Inspección general de los Establecimientos de Instrucción e Industria militar, que lo emitió en 18 de enero de 1908, en el sentido de *que deben ordenarse los*

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

ensayos del sistema de señales fónicas del citado Capitán Campos, prestándole el auxilio pecuniario que para ello sea preciso, y que hasta no comprobar si las pruebas responden a los cálculos del autor, debe dejarse en suspenso el otorgarle más alta recompensa que la concedida por Real orden de 3 de septiembre de 1906.

Como consecuencia de este informe, se pidió al autor, por Real orden de 5 de marzo de 1908, remitiese al ministerio de la Guerra presupuesto de los gastos a que ascenderían los ensayos del aparato, expresando además y detallando cuantos datos considerara necesarios a dicho objeto. En 1 de abril, y por conducto reglamentario, se remitió el presupuesto alzado y datos pedidos.

Por Real orden de 11 de junio de 1908, se dispuso que, por la Inspección general de Instrucción e Industria militar, se informara respecto a si, teniendo en cuenta los auxilios que pudieran facilitar las fábricas y talleres del departamento de Guerra, podría introducirse alguna rebaja en la cifra del presupuesto presentado por el autor; y en 18 de julio lo emite dicho centro, diciendo que, según se desprende de la Memoria y de lo informado verbalmente por el Capitán Campos, si bien podría construirse en las fábricas del Estado, no es seguro, tratándose de labor extraordinaria, que se obtuviera en condiciones económicas que mejorasen las que ofrezcan las Casas particulares dedicadas a maquinarias; añadiendo además que, tal como aparecía redactado el trabajo del Capitán Campos, ni cualquiera que fuese la forma que le hubiese dado, podría ser un presupuesto exacto y detallado, ni aproximado a la realidad, en virtud de las muchas concausas que intervendrían en la ejecución, relacionadas con lo desconocido; y si bien no parecía que el ramo de Guerra fuera el llamado a dirigir los ensayos y a sufragar, por tanto, el gasto de cien mil pesetas que a tanto alzado se pedían, debía, sí, considerarse obligado a auxiliar en cuanto pudiera a un laborioso oficial que dedicaba sus ocios a trabajos profesionales; razones por las cuales juzgaba la Inpección de Industrias que, por el momento, podría limitarse a 2.000 pesetas para atender a los gastos materiales que originase la redacción de un proyecto perfectamente acabado; y en analogía con lo que se hacía y se había hecho antes en España, en casos semejantes, *procedía que el Gobierno recabase el crédito necesario para la construcción del aparato, determinando qué departamento habría de dirigir los ensayos.*

Esas 2.000 pesetas para gastos materiales y de información para redactar el Proyecto que se pedía quedaron reducidas a 725 pesetas para los gastos materiales de redacción, substituyéndose el resto por una comisión indemnizable del servicio durante dos meses y viajes por cuenta del Estado, para que el interesado realizara los trabajos de in-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

formación; mas estos trabajos hubo de suspenderlos el autor al mes porque, con las 6,40 pesetas diarias a que ascendía lo que el Estado le abonaba por comisión indemnizable, no podía cubrir los gastos que se le ocasionaban.

Utilizando estos auxilios, se redactó el Proyecto que se presenta al Congreso.

Al cabo de ocho años de espera, el final de esta serie de informes y opiniones favorables se tradujo en que la Junta de Subsecretaría, por Real orden manuscrita de 28 de septiembre de 1917, desestimaba la petición del interesado, por *considerarle suficientemente recompensado.* Antes de esta solución definitiva, el trabajo se mandó a Fomento, el que, según nuestras noticias, contestó aceptando la idea y manifestando que el procedimiento motor era ingenioso y útil, pero que tal vez resulte caro para los beneficios que puede reportar, pues duda del alcance de los sonidos; añadiendo que debe, si se hacen experiencias, intervenir el ministerio de Marina.

Desconcertados por el resultado de esta tramitación, y convencidos del escaso valor de nuestro trabajo en la materia tratada, declaramos noblemente que hemos dudado y meditado mucho si debíamos o no presentar el Proyecto de señal fónica a la consideración del Congreso. Sin embargo, no podemos ni debemos ocultar que una idea que ha obsesionado durante varios años, aunque desde luego ha perdido muchísimo calor por los obstáculos y amarguras sufridos, quedan aún rescoldos que pudieran avivarla de nuevo si la casualidad hiciera que, aunque no fuera más que desde el punto de vista humanitario, encontrara ahora lo que antes no halló. En nuestras costas de Galicia existe un trozo desde el cabo Villano al de Finisterre bautizado por los ingleses con el nombre de "Costa de la Muerte", por el gran número de siniestros marítimos y víctimas que la niebla ocasiona. ¿Merece la idea de poderlos remediar o atenuar por parte del Estado verificando unos ensayos con un aparato destinado a señalar el peligro en tiempo de niebla? Y si esas experiencias ponen de manifiesto los errores de concepto y aun los defectos que nuestro proyecto pueda tener, que seguramente los tendrá, ¿no habrá nada de él que pueda aprovecharse?

Nosotros estamos dispuestos a devolver con creces los gastos que el Estado pudiera hacer si se verificaran los ensayos e incluso cederle la propiedad de todos los derechos que como autor pudieran corresponderme en el caso de llegar a un resultado feliz en las experiencias.

Queremos antes de acabar hacer constar que jamás cruzó por nuestra mente, al concebir la idea de este trabajo, invadir terrenos ajenos y extraños a nuestra misión como Ingeniero militar. Muy celoso de nuestros derechos, guardamos un respeto profundo a la esfera de ac-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

ción que a las distintas ramas de la Ingeniería y dignos Cuerpos de Ingenieros les tiene reservados el Estado. Aceptada y ensayada la idea, iría lógicamente a parar al Centro correspondiente.

COMPENDIO DEL ESTUDIO

Dada la extensión del trabajo, y con el fin de ilustrar al Congreso, haremos un extracto de él.

El estudio se compone de dos partes: la primera, titulada "Transformación del movimiento variado y continuo de la marea en otro continuo y uniforme: Aplicación de este procedimiento a la emisión automática de una señal fónica de costa", constituye el Anteproyecto, y en ella se explica y desarrolla la idea. La segunda parte contiene, en forma de proyecto, el cálculo de los diversos elementos que componen el aparato, en disposición de ser entregado a la Casa constructora para su ejecución.

El Anteproyecto consta de una Memoria descriptiva y tres hojas de dibujos, en las cuales aparece representada, en líneas generales, la disposición que se propone para el aparato, y que consiste en un flotador que sigue el movimiento de la superficie del agua, y que por medio de una cadena articulada, unida a un peso, transforma dicho movimiento en otro alternativo, de un eje que, a su vez, se conecta y desconecta automáticamente, con los de dos ruedas que actúan directamente otros dos pesos, y dispuestos de modo que, cuando baja la marea, hace de motor una de ellas, y cuando sube, lo verifica la otra. En una palabra, el movimiento de ascenso y descenso del flotador se traduce en una energía, mediante la subida constante de otro peso, que luego la restituye en su descenso de un modo uniforme mediante un regulador de los llamados "escapes de fuerza".

En la Memoria se hacen algunas consideraciones respecto a la composición y funcionamiento del mecanismo motor, mediante el cual se consigue la rotación continua en sentido invariable de un piñón cónico, y la de una rueda dentada, montada en el mismo eje, sobre la que actúa el regulador, a fin de que su movimiento sea uniforme, transmitiéndose ya en esta forma al mecanismo que produce el sonido.

A continuación se describe el mecanismo automático de embrague y desembrague, que ha de producir la conexión y desconexión automática del eje que acciona el flotador con los de las dos ruedas antes citadas, para que, mientras uno de los pesos motores restituye la energía almacenada en su ascenso, se eleva el otro para ganar la gastada en su descenso; y después de hacerse ver la imposibilidad de conseguir

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

esto con los aparatos de embrague conocidos, se expone el medio de obtenerlo mediante una disposición especial. Se concede tal importancia a este mecanismo, que, sin él, no hubiera sido factible la idea de regularizar prácticamente el trabajo que, en su movimiento, desarrollan las aguas del mar en virtud de la marea, y su inmediata aplicación a la uniformidad con que debe ser emitida una señal fónica de costa.

Se describe después el mecanismo del sonido, constituido por ocho sectores dentados de 90°, cada uno de los cuales lleva dos campanas de 12 Kg. de peso, adaptadas a los extremos de un balancín solidario con los referidos sectores. La posición de equilibrio es la vertical; pero otros ocho sectores de 45° y de doble radio que los anteriores, accionados por el mecanismo motor, engranan y dejan de hacerlo automática y sucesivamente con los anteriores, dando lugar a que giren los balancines de 90°, y que, al ser abandonados en posición horizontal, caigan por su peso, y al ser detenidos bruscamente por unos topes elásticos, originen, mientras se consume la energía desarrollada por el choque, el sonido de las campanas.

Cada dos minutos se verifica esta operación en un sector, de modo que, transcurridos diez y seis, vuelve el mismo sector a funcionar.

Se estudia a continuación el equilibrio del mecanismo, y se fija en 4 kilográmetros la energía del choque, considerándolo como suficiente; pues se estima que, ejercida bruscamente en el extremo del balancín, éste recibirá el impulso necesario para que las campanas suenen en buenas condiciones; estudiándose luego los diámetros correspondientes a ruedas y engranajes, para que la señal sea emitida cronométricamente cada dos minutos, independientemente de la amplitud que en cada día pueda corresponder a la marea y de la velocidad con que suban o bajen las aguas del mar.

Se calcula a continuación el valor de los pesos motores y se explica el medio de evitar la contingencia de que éstos agoten su cuerda por la diferencia que existe entre el recorrido constante que se les asigna en su descenso y el valor que alcance la marea; pues, según que la amplitud sea mayor o menor que el valor medio asignado, el punto de partida estaría cada vez más alto o más bajo. También se explica la disposición que se adopta, para evitar las alteraciones que podrían presentarse si la cadena que sostiene los pesos motores se arrollara en las ruedas aumentando o disminuyendo el radio de la potencia o resistencia.

Por último, se determina el valor del contrapeso que va directamente unido al flotador y la potencia y diámetro que éste ha de tener para cumplir su importante papel de verdadero generador de la energía que se aprovecha, concluyéndose con un resumen de la disposición

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

general del conjunto y funcionamiento de todos los mecanismos que integran el aparato.

Terminado el estudio de las disposiciones mecánicas enumeradas, se pasa a hacer el de la señal adoptada, en vista de la aplicación especial a que se destina. Se hace notar que la energía desarrollada en el mecanismo motor podría aprovecharse para producir diferentes sonidos, habiendo optado por el de las campanas, no sólo por su sencillez, sino por considerar su aplicación más en armonía con la índole especial del aparato. Se exponen algunas consideraciones en apoyo de esta elección, y se añade que, por ser conveniente establecer la diferencia entre las distintas señales para que los que hayan de utilizarlas aprecien en cada caso la clase de peligro que tienen delante, al usarse comúnmente en los barcos el silbato y la sirena para evitar abordajes entre sí, podría ocurrir que una señal de este género puesta sobre la costa no impidiese el siniestro si, tomada equivocadamente por la de una embarcación, consideraran los navegantes salvado el peligro con sólo esquivar aquel sitio, yendo a estrellarse contra otro no muy distante de la señal.

Se enumeran a continuación los inconvenientes de las boyas provistas de aparatos sonoros, y se manifiestan las ventajas que sobre ellas tiene el sistema que proponemos, no sólo por la seguridad y continuidad de sus efectos, sino por la circunstancia especial de que, conociéndose, como se conoce, la ley que rige la comisión de la señal, puede distinguirse de otras análogas que pudieran llegar al oído de los que navegan, y puesto que las leyes físicas sobre la intensidad y propagación del sonido dan elementos para lograr que se propague un sonido a la distancia conveniente, en el aparato que se estudia, al hacer observar que el interior del pozo hace las veces de cámara sonora y que el sonido se conduce a una gran bocina, se cree con esto poder alcanzar que la señal sea oída a 12 kilómetros de la costa.

Pásase seguidamente a determinar el intervalo que debe mediar entre dos series de sonidos consecutivos, con el fin de que su acción protectora sea eficaz; y se dice que, para precisarlo, debe tenerse presente que los aparatos fónicos entran realmente en funciones cuando un barco penetra en su zona de alcance, y que, por lo tanto, son factores, que es indispensable tener en cuenta, la distancia a que se oiga el sonido y la velocidad con que deben navegar los buques, una vez que hayan recibido la señal. Cuanto mayor sea el alcance de ésta, mayor podrá ser el período silencioso; y cuanto mayor sea la velocidad del barco, menor deberá ser aquél. De la amplitud del espacio entre sonido y sonido, depende el número de series sonoras que la nave podrá oír antes de llegar a tierra, y ese número, para un mismo intervalo de tiem-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

po, dependerá del alcance del sonido y de la velocidad a que se navegue.

El intervalo de dos minutos parece prudencial al autor de este trabajo y a él ha ajustado sus cálculos, pues permite un margen de seguridad, dentro de la zona de alcance supuesta, representado por veinte audiciones, que corresponden a los cuarenta minutos que un barco que navegara en demanda de la costa en tiempo de niebla tardaría en recorrerla en la hipótesis de que, oída la señal, redujera su marcha a 10 millas (5 metros por segundo) y la mantuviera constante. Y si, como es de creer, anunciado el peligro, el buque reduce más aún su marcha, la seguridad aumenta hasta el límite de poder descartar el peligro de la costa. El barco es lógico que tome sus precauciones.

Termina la Memoria con algunas consideraciones encaminadas a determinar el alcance que debe tener una señal para que resulte eficaz en tiempo de niebla; y a este efecto se hace un juicio crítico de las experiencias realizadas por una Comisión de marinos e Ingenieros ingleses en la isla de Wight, y cuyos resultados se publicaron en el *Scientific-American*.

La opinión del autor respecto al alcance de una señal es la de que, con 12 kilómetros y marcha moderada en el buque, hay suficiente margen de seguridad, sin que con ello se quiera expresar que no deba o pueda ser mayor.

Concluiremos diciendo que el presupuesto del aparato, con los precios corrientes en la época en que se confeccionó, era de unas 36.000 pesetas, incluido un 10 por 100 de los gastos materiales para atender a aquellos no previstos en el curso de unas experiencias. No creemos debamos ser nosotros los que juzguemos de esta cuantía debatiéndose un problema de importancia tan grande como el que nos ocupa. Lo único que sí decimos es que un solo siniestro que pudiera evitarse y las vidas que en él se hubieran podido perder, valen incalculablemente más que el dispendio más o menos elevado que la Nación pudiera invertir en hacer un ensayo para evitarlos. Si la idea, modificada o no, que eso las experiencias se encargarían de aconsejarlo o imponerlo, pudiera hacer factible el aparato que se propone, sería llegado el momento de poderlo comparar económicamente con los sistemas o señales hoy más en uso."

A continuación se lee una comunicación de D. Aureo Fernández Avila, que dice así:

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

"FORMACION EN ESPAÑA DEL PERSONAL TECNICO NAVAL

Por D. Aureo Fernández Avila, *Comandante de Ingenieros de la Armada.*

Hay en España una Escuela de Ingeniería Naval que no sirve tan sólo para la preparación del personal técnico de la Armada, sino también para la de todo aquel que desee especializarse en esta importante rama de la Construcción, y en ella se encuentra reunido el único Profesorado técnico que a esta clase de enseñanzas puede dedicarse. Y, sin embargo, no hay en España Ingenieros navales civiles en el número que debieran existir en proporción con las construcciones que se realizan. ¿Por qué esta anomalía? ¿Qué medios habría que emplear para conseguir tener personal técnico apropiado?

He aquí el problema que, seguramente, ha querido plantear el Comité; problema que es de gran transcendencia para cuantos deseen el progreso de esta rama de la Ingeniería.

La contestación es breve y evidente. ¿Qué porvenir tiene hoy día en España la carrera de Ingeniero naval en el terreno particular? ¿No han sido invadidos por la Ingeniería civil de otros ramos los destinos que de hecho debieran pertenecer exclusivamente al personal técnico especializado en la Construcción naval y sus aplicaciones? ¿Qué Ingeniero va a querer ir a El Ferrol y estudiar una nueva especialidad perdiendo dos años de su vida, renunciando a todo otro trabajo remunerativo y sin más recompensa por sus estudios que la que él consiga lograr por sus condiciones de lucha y por sus conocimientos? Es evidente que ninguno.

Por eso, lo primero que tiene que hacer el país es preguntarse si quiere tener Ingenieros navales, y si la respuesta es afirmativa, garantizar al personal que estudie la carrera una protección que le permita colocarse rápidamente, sin pensar si esto lesiona intereses particulares, que podrán existir mientras en España se carezca de personal técnico, pero que tienen forzosamente que desaparecer en el momento en que lo haya.

Ahora bien: ¿cómo los astilleros españoles han podido construir y siguen construyendo barcos, con la ausencia en muchos de ellos de personal técnico que haya hecho un estudio detenido y ordenado de cuanto a la Ingeniería naval se refiere?

Dos observaciones cabe hacer aquí como contestación: primera, que copiar textualmente un buque de otro no es problema muy intrincado

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

para ningún Ingeniero; segunda, que la Arquitectura naval, como su hermana la civil, no son cosas, al parecer, tan indispensables para la construcción práctica. ¡Es tan fácil hacer una casa mala, y tan difícil hacer una nueva! ¿No se ha llegado al convencimiento de la imprescindible necesidad de la intervención de un Arquitecto en la construcción de cualquier edificio, por pequeña que sea su importancia? Pues bien: razones análogas a las que a ese convencimiento llevaron, aumentadas en este caso por la complicación del problema, bastarían para demostrar la imperativa necesidad del Ingeniero naval en la redacción de proyectos y construcción de buques.

Y no son éstas razones puramente ideales; pues adquieren una realidad tangible, ya que su manifestación genuina es el factor económico, alma no muy sublime, pero alma al fin, en los tiempos que corremos, de la moderna Ingeniería. Y este factor económico se manifiesta en la especialidad naval de un modo mucho más enérgico y complejo que en cualquier otra. Barcos de igual desplazamiento pueden entrañar en su cálculo el empleo de materiales que, en cantidad, calidad y mano de obra, representen costes iniciales muy distintos. A igualdad de los anteriores factores, pueden llevar los conocimientos del proyectista a muy distintas capacidades útiles de carga; y a esto podemos añadir la capitalísima importancia que el razonado acoplamiento de casco y potencia de máquina tiene en la velocidad y en el consumo de aquélla..., y tantas y tan diversas consideraciones que en análogo orden de ideas se podrían hacer.

Pudiera también argüirse que las materias cuyo conocimiento encierran la resolución de todos esos problemas son asequibles al que, con la base de otra rama de la Ingeniería, se dedique a su estudio, y en ello habrá gran razón; pero, entonces, ¿por qué aquel que de hecho es Ingeniero naval no se hace de derecho, cual en todas las demás especialidades se exige, ya que el legalizar esos conocimientos no es más que ordenar las energías intelectuales de todos y de cada uno de los individuos, orden que es la base del buen funcionamiento de cualquier organismo, sea corporación, sea pueblo, sea nación?

La única razón que a ello podría oponerse sería la carencia de un centro donde cursar aquellas materias; pero ya que ese centro existe, y que, por su renovación tan reciente, se halla desprovisto de prejuicios que los años pudieran haber establecido, prejuicios que podrían ser un obstáculo para modernas orientaciones, lógico es que no se desaprovechen las energías gastadas y que, por el contrario, todos los que podamos aportar algún esfuerzo para que la Academia de Ingenieros Navales de El Ferrol llene cumplidamente su cometido, lo hagamos con fe y entusiasmo, que en ella, repito, caben las más modernas ideas y

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

existe una base, la única que España posee, para conseguir la preparación del personal técnico en materias de Construcción naval.

¿Qué es y qué aspira a ser la citada Academia?

Cuatro palabras para terminar contestando a esta pregunta. En la actualidad, se cursan en ella dos períodos: uno, preparatorio, en donde se estudian las materias comunes a todas las Ingenierías, ya que son la base de todas ellas, y otro, de especialidad, comprendiendo dos cursos dedicados a las materias peculiares del Ingeniero naval. En estos dos cursos pueden matricularse todos los Ingenieros de otros ramos, que con esa ampliación pueden adquirir el título de mi profesión, y mediante un ingreso análogo al de las otras Escuelas, puede cursar la carrera, para optar al mismo título, cualquier persona que a ella quiera dedicarse.

¿Proyectos? Todos los que las modernas exigencias navales pueden inspirar. Como base, cuéntase ya con talleres donde todas las herramientas mecánicas están representadas, una pequeña fundición, laboratorios de pruebas completados con el proyecto de un estanque de experiencias para enseñanza, y tantas y tantas aspiraciones cuya realización depende, no sólo de los que ya somos Ingenieros navales, sino del apoyo de todos los interesados en esta rama, que en una nación eminentemente marítima, como es España, son muchos, y en cuyas energías, buena fe y amor a sus propios intereses confiamos, con la esperanza de que nuestra Patria no tenga que ser feudataria, como lo es, del Extranjero, hasta en lo que menos elementos materiales exige, como son los proyectos de buques, que sólo requieren papel, datos, útiles de dibujo, que, afortunadamente, no faltan, e inteligencias bien encauzadas, que, al igual que cualquiera otra nación, tenemos derecho a poseer y poseemos."

El Ilmo. Sr. D. GONZALO RUBIO, Presidente de la Sección, resume elocuentemente los trabajos de dicha Sección, haciendo consideraciones sobre los puntos no tratados por los Congresistas, desarrollando con elocuencia y con gran número de datos y detalles diferentes asuntos relacionados con el fomento de nuestra Marina, siendo muy aplaudido y felicitado por la Sección, tanto por su trabajo como por lo acertadamente que desempeñó su gestión al frente de la Mesa.

El trabajo de D. Gonzalo Rubio dice así:

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

"TRABAJO PRESENTADO A LA SECCION 2.ª DEL CONGRESO NACIONAL DE INGENIERIA POR DON GONZALO RUBIO, CORONEL DE INGENIEROS DE LA ARMADA

Puesto que el ancho campo ofrecido a las meditaciones y estudios de los señores Congresistas de esta Sección 2.ª por el Cuestionario formulado por el Comité organizador, en lo relativo a Construcciones navales, ha quedado en varios e interesantes puntos sin analizar, forzoso será tocar esos puntos concretos; y como estos Congresos no son reuniones primordialmente científicas, sino que, bien al contrario, constituyen simples ocasiones para la discusión y la vulgarización de los asuntos profesionales que de un modo directo merezcan atraer la atención de la masa industrial, me permitiré tomar este punto de vista, y dentro del carácter a que obliga, intentaré contestaciones adecuadas a las interrogativas del Programa, todas ellas interesantes, jugosas, de oportunidad y prontas a determinar consecuencias prácticas.

Es la cuestión primera el conocimiento de la vida actual de la Construcción naval en los astilleros comerciales, porque del examen de sus energías de ahora podremos venir en deducir determinaciones fundadas para su futuro: de ahí la pregunta formulada en primer término por el Programa:

¿Cuáles son los astilleros y demás medios de producción y reparación de barcos con que hoy cuenta la industria de la Construcción naval en España?

Y aunque incompleto, por varias concausas y por la premura del tiempo, a continuación se expone lo que pudiéramos llamar sucinto inventario de las actuales realidades que nos presenta el estado de la Construcción naval en España y los planes más probables que en este sentido se prevén, lamentando que, por dificultades de momento y por inevitables confusiones, no sean los datos reunidos todo lo completos que fuera de desear.

En BILBAO radican los ASTILLEROS DEL NERVIÓN, los de la S. E. DE C. N., los de la COMPAÑÍA EUSKALDUNA y los de ARDANAZ.

Los ASTILLEROS DEL NERVIÓN cuentan con tres gradas de construcción, capaces para buques de 8.000 toneladas de carga y con un dique seco de 132 m., con 28 de manga y 6,40 de calado en mareas ordinarias.

Tienen los talleres de fundición, maquinaria, forjas y otros necesarios para construir los buques en obra; poseen instalación de herramental neumático, y actualmente construyen:

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Un vapor de 4.800 toneladas de carga, el "Gorliz", cuya maquinaria propulsora es inglesa, y cuyas calderas y máquinas auxiliares proceden de los propios astilleros del Nervión.

Otro de 4.925 toneladas de carga, el "Guernica", cuya máquina de 1.500 HP., así como las calderas y la maquinaria auxiliar, construyen los astilleros mismos.

A mediados de 1915 emprendió la S. E. DE C. N. la instalación de nueva planta de los astilleros de Sestao, cuya habilitación está completando para que cuenten con los elementos necesarios a la construcción de toda clase de buques, incluyendo sus calderas y máquinas principales.

Tienen los astilleros cuatro gradas cuyas dimensiones oscilan entre 135 y 194 metros, con otras tantas grúas-torres de 25 metros de brazo y 4 toneladas de carga; 280 metros de muelle de armamento; buenos talleres de herreros de ribera, con instalaciones hidráulicas y neumáticas; de maquinaria, calderería de hierro y cobre, forjas, central eléctrica, y, en construcción, una grúa flotante de 100 toneladas.

Han construído dos buques de carga de 3.200 toneladas de arqueo, con máquinas de turbinas engranadas; están terminando otros dos grupos iguales, pero con máquinas alternativas de triple expansión, y tienen en construcción además:

Un transatlántico de 12.500 toneladas de arqueo, y otro de 10.600, ambos de turbinas engranadas y 17 millas y media de velocidad.

Dos buques de carga de 2.200 toneladas de arqueo, con máquinas de turbinas engranadas.

Un ganguil de 400 toneladas de carga, con máquina de triple expansión y la grúa flotante antes dicha.

Hasta la fecha, las máquinas y calderas han sido encargadas a otros talleres por no tener los astilleros terminados por completo los suyos propios, exceptuando las calderas del transatlántico de 10.600 toneladas; pero una vez completado el herramental, podrán ser construídas en Sestao las máquinas y calderas de todos los buques en obra.

La COMPAÑÍA EUSKALDUNA construye en la actualidad los buques siguientes: "Poeta Arolas" y "Guillén Sorolla", ambos de 3.370 toneladas de arqueo; "Arno-Mendi" y "Aritz-Mendi", de 5.717, y tiene contratada y preparada la construcción de otros dos de 3.370 toneladas: el "Prat de la Riva" y el "Pi y Margall", y la de un tercero de 4.300 toneladas.

Los ASTILLEROS ARDANAZ, de formación recientísima, y aún en período de su primer desarrollo, trabajan ya útilmente, y en breve serán factor importante para la construcción naval.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

En SANTANDER, los Sres. Hijos de Lavín construyen un pequeño dique seco.

Los Sres. Corcho poseen talleres de reparación capaces de construir buques pequeños; en Santoña y Santander también se han construído buques de poco porte; y en el último de estos puertos, dos pailebotes de motor auxiliar y de unas 200 toneladas de registro.

En GIJON existen los Astilleros de Gijón (antigua "Constructora Gijonesa"), que han sufrido recientes reformas y ampliaciones. Estas están casi terminadas, y consisten, principalmente, en dos gradas para buques de 4 a 5.000 toneladas y nuevos talleres con buenas herramientas.

Allí han sido construidos recientemente dos buques de 1.000 tonenalas de carga útil, y hoy trabajan en otros tres del mismo tipo, "Naranco", "Santirso" y el "Candal", con material nacional.

Las máquinas y calderas de estos buques son también de producción española: las primeras proceden de los Sres. Alexander, de Barcelona, y de los talles Sanjurjo, de Vigo; las calderas de Zorroza; y la capacidad de estos astilleros parece alcanzar a un par de barcos de 3.000 toneladas al año.

En el mismo Gijón, la Sociedad Española de Construcciones Metálicas posee un astillero con dique seco de 84 metros, y dos gradas de 80 metros; y tiene actualmente en construcción: dentro del dique, un buque de 1.371 toneladas de arqueo; y en las dos gradas, otros dos de igual cabida y 1.000 caballos de fuerza.

EL FERROL.—Por su contrato por el Estado, la S. E. de C. N. puede construir eventualmente las máquinas y calderas que le encargue la industria nacional.

En El Ferrol se han hecho últimamente las máquinas de turbinas engranadas del "Santa Isabel", "San Carlos", "Conde de Zubiría" y "Marqués de Chávarri", de 1.750 HP. las dos primeras, y de 1.400 cada una de las últimas; y están en construcción dos máquinas de 10.300 para el "Cristóbal Colón" y el "Alfonso XIII".

Dos de 5.750 para el "Manuel Arnús" y el "Magallanes", y

Dos de 1.087 HP. para el "Felguera" y el "Sama".

La factoría de El Ferrol construye asimismo el "Cristóbal Colón", con máquinas de turbinas engranadas, y que es gemelo del "Alfonso XIII".

El material del casco, las máquinas y las calderas, cuyos tubos son a solape, son de construcción nacional.

Las centrífugas y las bombas también lo son; los ejes de las má-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

quinas, los rotores de las turbinas, las coronas de engrane con los portahélices y los chigres son de construcción extranjera.

En la actualidad, el astillero de El Ferrol construye también para el Estado un crucero de 5.400 toneladas y 26 millas de velocidad, y otros dos de 4.800, con velocidad de 29.

VIGO.—Los astilleros BARRERA construyen máquinas y calderas, y también cascos de madera.

Los tipos de pesquero que hacen comprenden desde un tipo A, de 20 toneladas de arqueo, 25 HP. y 8 millas, hasta el tipo K, de 70 toneladas, 185 HP. y 9 millas; produce anualmente de 25 a 30 vapores anuales.

Sufrirán pronto una profunda transformación, porque están a punto de ser terminados los nuevos talleres de GOYA, utillados con herramental el más moderno, y que serán capaces de producir equipos de máquinas y calderas hasta de 2.000 caballos, estando proyectadas tres gradas de 135, 150 y 170 metros, en las que podrán ser construidos cascos del mayor tonelaje.

Los talleres IGLESIAS producen máquinas de alta y baja y de triple para pesqueros, y existen otros diversos talleres, como LA INDUSTRIOSA DE SANJURJO, talleres de FERNÁNDEZ LEMA, BÁRCENA y BAERZU y otros varios.

En toda la región que comprende las rías de Noya, Muros, Villagarcía, Pontevedra y Vigo, existen numerosos pequeños astilleros improvisados, donde se construyen cascos de pesqueros y buques de madera para el cabotaje, siendo el tonelaje de estas embarcaciones variable de 25 a 350 toneladas de arqueo total. La producción de estos astilleros puede estimarse en 6.000 toneladas anuales durante los dos últimos años, tendiendo a decrecer en la actualidad.

CADIZ.—En la bahía de Cádiz y aparte del arsenal militar de la Carraca, existen dos astilleros importantes: el de MATAGORDA y el de ECHEVARRIETA.

El primero fué adquirido hace cuatro años por la S. E. DE C. N.; tiene un dique de 151 metros sobre picaderos y dos gradas de 135 y 180 metros; buenos talleres, sobresaliendo el de herreros de ribera, e instalaciones eléctricas y neumáticas; fueron construídos recientemente los dos pequeños transatlánticos "Santa Isabel" y "San Carlos", provistos de máquinas de turbinas engranadas hechas en El Ferrol. Están en construcción otros dos transatlánticos de 7.230 toneladas de arqueo con 15 millas de velocidad, y máquinas de turbinas engranadas encargadas también a El Ferrol.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

La factoría cuenta con todo el material fijo, móvil y flotante necesario para las grandes carenas de toda clase de buques, aunque los talleres de maquinaria y calderería sólo están dispuestos para la construcción de máquinas y calderas de dimensiones moderadas, y en la actualidad ocupa unos 2.000 hombres.

Los astilleros ECHEVARRIETA (antiguos de Vea Murguía) recuerdan uno de los primeros y más laudables esfuerzos hechos por el capital español para construir los buques que necesitaban la Marina militar y la Marina mercante y la producción en la primitiva factoría de los cruceros "Carlos V" y "Extremadura", que al cabo de tantos años acreditan aún la bondad de su construcción, es un timbre de gloria para cuantos contribuyeron, o con su capital o con su técnica, a tan admirable esfuerzo. En la actualidad, los astilleros de Echevarrieta cuentan con tres gradas de cemento armado para buques grandes, con grúas *Cantilever* y accesorios a toda escala; un buen taller de maquinaria, con movimiento eléctrico, y, según parece, construyen cuatro buques de 5.000 toneladas de arqueo, con máquinas y calderas de 1.500 HP.

CARTAGENA.—En la zona industrial del arsenal de Cartagena, la S. E. DE C. N. construye actualmente dos buques gemelos de carga y pasaje, el "Romeu" y el "Escolano", de 3.000 toneladas de arqueo, máquinas de triple expansión y 12 millas de velocidad; las máquinas proceden de aquellos talleres.

También construyen para la Marina de guerra otros varios buques, entre ellos tres destroyers de 1.125 toneladas y 34 millas de velocidad.

VINAROZ.—El pequeño astillero SOROLLA se dedica a barcos de madera, y puede construir unas 70 toneladas mensuales.

VALENCIA.—Están en período de construcción los ASTILLEROS DE LA COMPAÑÍA TRANSMEDITERRÁNEA, que, a juzgar por el proyecto, han de ser de gran importancia y capacidad.

Tienen una grada de 136 metros y otras dos de 116. Grandes talleres de herreros de ribera, forjas, máquinas y montaje, calderería de cobre y dependencias de todas clases, con laboratorios de ensayos químicos y mecánicos. Habrá un muelle de montaje a flote de 100 metros de largo por 36 de ancho y 9 de calado; una grúa de 100 toneladas, y en las gradas, cuatro torres-grúas móviles.

Todas las herramientas serán accionadas eléctricamente, en grupos, según las potencias requeridas.

Se proponen construir tres tipos de buques:

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Uno mixto de carga y pasaje de 12.000 toneladas de desplazamiento, con dos hélices, 15 millas y 6.500 HP. en turbinas de doble reacción.

Un tipo de carga de 8.200 toneladas de desplazamiento, 12 millas y máquinas de triple de 2.500 caballos, y un tercer tipo menor con 4.800 toneladas, 11 millas y máquinas de 1.250 HP.

La capacidad de los astilleros, una vez terminados, se calcula en cuatro buques de este tipo anualmente.

Por ahora, terminan los edificios, montan la maquinaria y confían en principiar en febrero de 1920 la construcción de dos buques-tipos de los apuntados.

TARRAGONA.—La S. A. Astilleros de Tarragona, de creación recientísima, cuenta con dos gradas: una, de 100 metros, y otra, de 90; varios talleres, entre ellos, uno, de herreros de ribera, aun no completado, con compresor, prensa e instalaciones neumáticas y eléctricas, y ejecuta sondeos para la instalación de un varadero transversal y de otra grada y para el proyecto de un dique seco de 150 metros.

Principió a funcionar el astillero en noviembre del pasado año, colocando las quillas de dos buques de vapor de 1.700 toneladas de carga útil, cuya construcción continúa, así como la de un remolcador; el material de casco y los ejes proceden de Bilbao; las máquinas y calderas de la Casa Alexandre, de Barcelona; los grupos electrógenos, los chigres y las anclas son también de construcción nacional.

BARCELONA.—Imposible considerar la construcción naval en España sin recordar que La Maquinista Terrestre y Marítima ha cooperado a ella de un modo primordial, construyendo las más perfectas y potentes máquinas que hasta ha poco se veían en España; y si bien actualmente ha derivado su producción principal hacia las construcciones mecánicas en general y la de locomotoras, en la que está empeñada su actividad con el suministro de cincuenta de éstas, las de más peso y potencia que habrán de circular en los ferrocarriles españoles, no por eso deja La Maquinista Terrestre y Marítima de contribuir, siguiendo sus tradiciones, a la construcción naval.

En este año suministraron doce calderas para Vigo, e hicieron, con destino a los transatlánticos en construcción "Cristóbal Colón" y "Alfonso XIII", cuatro grupos de centrífugas con máquinas "compound" y cuatro juegos de ventiladores con motores de alta velocidad.

Tiene la contrata de un dique flotante de 6.000 toneladas para el arsenal de Cartagena, y han botado al agua dos de las seis pontonas que lo constituyen.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Los Astilleros Cardona tienen dos gradas de 60 metros y otras dos de 83.

En las primeras construyen dos buques de 1.100 toneladas de carga, cuyas calderas y aparatos auxiliares son de los propios talleres, procediendo la máquina de la Casa Alexandre, de Barcelona.

En las dos mayores tienen otros dos de 2.500 toneladas de carga, con máquinas de 1.100 HP., de procedencia inglesa.

Ocupan los astilleros un personal de unos 1.000 hombres.

Se deduce del balance de los medios de construcción de que disponen los Astilleros nacionales, que la construcción naval en España puede apuntarse en su haber una ampliación muy notable durante los últimos años; que su vida actual es una realidad, y que la futura está llena de promesas de desarrollo con las medidas necesarias para su consolidación.

* * *

La segunda pregunta del Programa ha sido, en su primera parte, estudiada por los Ingenieros de la Armada Sres. Pardo y Aledo desde distintos puntos de vista, y no he de decir sobre ello sino brevísimas palabras, pasando a examinar preferentemente la segunda parte, o sea el mínimo de producción de tonelaje que debe anuelmente reforzar nuestra flota mercante.

Los buques deben ser estudiados por el Ingeniero naval, respondiendo en cada caso a las peticiones especiales del armador, a quien estos estudios serán siempre de gran utilidad y provecho, si el armador lealmente coopera con los datos de su experiencia comercial, como tan acertadamente pide el Sr. Aledo en su interesante comunicación; pero es indudable que la determinación de los tipos de buques que deben construirse corresponderá primordialmente a los armadores, que son los que han de encargarse de la explotación económica de los barcos, y esto no excluye la cooperación del Ingeniero, que es indispensable para determinar, de acuerdo con el armador, las dimensiones, velocidad y demás características las más convenientes para los distintos tráficos a que los buques se destinan.

La construcción de buques "standard", es decir de varios buques de un mismo patrón, de un mismo modelo o tipo, debe ser siempre deseada por el constructor, porque repetir varias veces la construcción de un mismo buque haciendo los sucesivos con los mismos planos de un primer tipo, reduce los gastos de proyecto, de estudio, de plantillas, etcétera; acelera las obras luego y conduce, en resumen, generalmente, o a un menor gasto de adquisición para el armador, o a mayor beneficio para el constructor, quien deseará, por lo tanto, construir buques igua-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

les a los hechos ya por él anteriormente; pero, según puede deducirse del examen del cuadro que expresa nuestro comercio marítimo en 1913 con diversos países, con detalle re lo transportado en los varios artículos que constituyen nuestro comercio, la poca importancia del volumen total de tráfico y la gran diversidad de artículos cambiados con puertos muy diversos del Mundo, son circunstancias que condicionan la repetición de muchos buques de un solo tipo, exceptuando el caso concreto del buque-transporte de minerales y carbón a mercado determinado, cuyo estudio entra de lleno en lo propuesto por mis ilustrados compañeros.

Además de esto, el progreso constante en ideas y procedimientos obliga a los armadores a estar siempre atentos para hacer frente a la competencia, que cada día provoca la lucha en nuevos campos y con distintas armas; tratan aquéllos, por lo tanto, de mejorar continuamente los tipos de sus buques; y esto es grave dificultad para la "standarización", porque esto, en resumen, implicaría la conservación de condiciones fijas que, si no en absoluto, se opondrían de un modo, aunque circunstancial, no menos efectivo, al progreso de métodos más perfeccionados o más adecuados y siempre variables.

La aplicación en España del procedimiento de los "fabricated ships" (buques fabricados), tan usado ahora en los Estados Unidos, y que, en resumen, consiste en encargar a talleres que antes se dedicaban principalmente a construcciones civiles la ejecución de las diversas partes de los buques para unirlas luego y terminar el trabajo en sitio determinado, es procedimiento que tuvo justificación en los Estados Unidos al tratar de construir rápidamente un volumen enorme de buques, disponiendo, como allí es el caso, de grandes y numerosas industrias y de intensas y fáciles comunicaciones; pero basta enunciar estas condiciones primordiales para comprender que el sistema no parece por ahora útilmente aplicable en España.

No así el de formas simplificadas: el estudio comparativo de los modelos de esta clase, hecho en canal experimental, podrá ser fecundo en resultados, ya que los datos aducidos en la comunicación estudiada por el Ingeniero de la Armada Sr. Pardo autorizan a esperar que tal vez por ese camino pueda llegarse a conclusiones prácticas de simplificación y economía.

Para venir en conocimiento ahora del tonelaje a construir, observemos que si cada nación contase con la flota que proporcionalmente corresponde a su tráfico, cada una de ellas haría con sus propios buques la mitad de su propio tráfico.

Esto que en términos generales parece lógico, se modifica por la clase de mercancías que cada nación importa o exporta; y éstas pueden

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

dividirse en mercancías de calidad o valor, y en mercancías de cantidad o de peso y volumen.

El tráfico de mercancías de cantidad es la que realmente sostiene las flotas de cada país. Inglaterra, con la exportación de sus carbones y la importación de minerales, sostiene una magnífica flota, y Francia, en cambio, con un comercio de calidad y gran valor, no ha tenido nunca una flota adecuada a la importancia del mismo.

Pues bien: España se encuentra en condiciones similares a Inglaterra, como se ve en la Estadística general del Comercio exterior en distintos años; y fijándonos en el de 1913, en circunstancias normales, vemos que la importación llegó a 5.785.000 toneladas, y que de éstas unos 3.000.000 son de carbones, lo que equivale a más del 50 por 100; y que de los 14.851.000 de toneladas a que alcanzó la exportación, más de 12.000.000, es decir, más del 80 por 100, fueron de minerales.

Estudiando el movimiento general de navegación en distintos años, clasificado por toneladas importadas y exportadas, tanto en buques nacionales como en buques extranjeros, se deduce que, exceptuando los últimos años de guerra, España no pudo aprovechar las buenas condiciones de su tráfico, puesto que nunca llegó a hacer con sus propios buques la mitad que de él le corresponde, y sólo transportó, aproximadamente, un tercio del tráfico nacional.

Observemos ahora el número y la capacidad de los buques españoles de más de 100 toneladas construídos en los años de 1910 a 1918; el aumento efectivo de tonelaje de 1910 a 1915 ha sido de 158.084 toneladas; es decir, de unas 31.600 anuales, sin tomar en consideración la baja de 1915 a 1918, que fué debida a causas accidentales.

Pero esta flota ha tenido una renovación media anual desde 1911 al 1915 de 45.157 toneladas por buques importados, y de 7.600 toneladas por buques construídos en España, habiendo aumentado considerablemente la construcción nacional en años sucesivos; y como la renovación total fué de unas 52.700 toneladas anuales, y el aumento efectivo sólo de 31.600, la diferencia de 21.000 sirvió para reponer los buques desechados por viejos; y siendo la vida media de un buque de unos veinticinco años, esta reposición parece muy pequeña, y lo exiguo de la cifra no prueba sino que, en estos últimos años, se ha utilizado toda clase de buques y en toda clase de estado y condición; siendo mucho mayor el tonelaje anual que hay que construir, porque nuestra flota, que es de unas 850.000 toneladas, necesita una construcción media anual mínima de 10 por 100, es decir, de 85.000 toneladas, que puedan descomponerse como sigue:

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

4 por 100 para renovación de la flota	34.000
2 por 100 para pérdidas por accidentes y ventas al Extranjero	7.000
4 por 100 aumento efectivo...	34.000
10 por 100.	85.000

Y este tonelaje debe conceptuarse como un mínimum, porque nuestra flota comercial tiende a aumentar rápidamente, y porque debemos aspirar a tomar en nuestros transportes la participación que nos corresponde en justa ley proporcional; aspiración justísima que no permite por ahora más límite de construcción que el que cumplidamente la satisfaga.

* * *

La pregunta del Cuestionario que se refiere a lo que necesitan los constructores españoles para proyectar y construir buques, máquinas y calderas tiene su contestación ya fijada en disposiciones oficiales, y sólo haré brevísimas consideraciones.

El personal civil que ha de formarse adquirirá su especial preparación científica en la Escuela de Ingenieros y Maquinistas de la Armada establecida en El Ferrol, y en ella fué creada, por los Reales decretos de 15 de octubre de 1914 y de 4 de septiembre de 1918, una Sección especial para alumnos libres que deseen obtener el título de Ingenieros navales; y el objeto perseguido, según el preámbulo del citado Real decreto de 4 de septiembre, es "crear el personal técnico que ha de dirigir los astilleros particulares y las fábricas destinadas a la producción del material naval".

El citado título se obtiene mediante examen de suficiencia para ingreso en un curso preparatorio que precede a dos años de estudios de aplicación; siendo de notar las extraordinarias facilidades que el reciente Reglamento de 6 de noviembre de 1918 concede, pues es la única Escuela especial que acepta la validez de los conocimientos adquiridos en sus respectivas Escuelas por los Ingenieros de Caminos, del Ejército, Minas, Industriales, Agrónomos, Montes y por los Arquitectos, suprimiendo para todos ellos el curso preparatorio y limitando los estudios a los conocimientos exclusivos de la especialidad del Ingeniero naval.

En dicha Escuela de Ingenieros y Maquinistas de El Ferrol, recientemente reconstruida y reorganizada y situada además en centro constructor tan importante como aquellos astilleros, hay cuantos elementos científicos y de aplicación son conducentes a la educación profesional del verdadero especialista, siendo necesario que el Estado estimule esta educación con medidas que dignifiquen el recién creado título de Ingeniero naval para personal civil y ofrezcan en el porvenir garantías y

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

natural recompensa a los sacrificios que la juventud estudiosa haga para obtenerlo.

Pero como la educación científica no es bastante por sí sola, y como es necesario además que España esté en las debidas condiciones de organización y producción para que sus astilleros puedan construir ampliamente, es de indiscutible acierto el planteo de las otras preguntas del programa: ¿Está organizada en España la producción de los materiales necesarios a la construcción naval en las condiciones convenientes de cantidad, calidad y economía? ¿Se dispone de todos los materiales precisos para la construcción?

En España no está organiazada por completo la producción de los materiales necesarios y mucho menos organizada en las condiciones que la pregunta concreta, y tampoco se dispone de todos los materiales ni de todos los elementos precisos.

Faltan en absoluto los principales artículos que a continuación se expresan:

Tubos de acero estirado para calderas y otros usos.
Placas de latón naval laminado para condensadores.
Hélices de bronce manganeso.
Ejes propulsores de acero forjado y ejes para rotores.
Ejes para piñones de acero níquel.
Ruedas y discos de rotores.
Cadenas.
Grandes piezas de acero moldeado.
Barras de acero fundido y de latón naval.
Planchas de grandes dimensiones para calderas.
Cobre electrolítico.
Crisoles y materiales refractarios, y algunos otros.

Y es deficiente o insuficiente la producción de hornos ondulados, tubos para condensadores, forjas grandes como rotores y marcos de timón, la de cables de acero y algún otro elemento.

¿Qué medios convendrá emplear para obtener en España todos los elementos necesarios para poder construir en los astilleros nacionales los buques que se les encargue?

Los medios que se deben emplear consistirán, naturalmente, en montar las fábricas de producción de cuanto no se obtiene por ahora en el país, y esto se está verificando actualmente en gran parte. Por lo que se refiere a grandes forjas para ejes propulsores, rotores y turbinas, cigüeñales, tubos estirados, elementos trabajados por embutición y grandes piezas de acero moldeado, la S. E. DE C. N. está montando en Reinosa talleres que principalmente se destinan a producir esas forjas y piezas modernas de acero.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

La fabricación de tubos estirados será también un hecho en Bilbao dentro de año y medio o de dos a lo sumo; e idénticas perspectivas de pronta realización existen en cuanto a la producción de aceros rápidos y de ciertas aleaciones de acero y de hierro.

Todo ello da a entender que en un plazo tal vez no mayor de tres años, España podrá disponer de los medios necesarios para construir buques de guerra y, sobre todo, buques mercantes de cualquier porte y condición, con sus calderas y máquinas.

Pero no basta que dentro de breve plazo SEA POSIBLE construir en España los cascos y las máquinas de un buque; no basta que ciertos grandes establecimientos sean capaces a la vez de facilitar algunas de las muchas máquinas auxiliares indispensables para el funcionamiento del barco; no basta que, venciendo la falta de industrias especializadas en la construcción de estos aparatos auxiliares, un astillero poderoso se esfuerce y consiga al fin, en caso determinado, construir los del buque que se le encargó; porque llegado a tal extremo, ese astillero, no especializado en ciertos elementos, conseguiría sí satisfacer el legítimo orgullo de construir un barco realmente nacional, pero con forzosos tanteos, demoras y sacrificios económicos que no constituyen ciertamente la realidad industrial. Será, pues, indispensable, si no para la satisfacción de una necesidad circunstancial, para llegar de hecho a la estabilidad y verdadera vida de la gran industria naval, que, por cuantos medios sean posibles, se aliente la instalación de industrias especializadas en bombas marinas, chigres, cabrestantes, anclas, aparatos de gobierno y otros muchos elementos indispensables.

¿Y serán bastantes para lograrlo las primas a la construcción y a la navegación?

Parece que no: esta clase de protección, necesaria al armador y al constructor, no rebasa las más de las veces el recinto del establecimiento que construye el buque y máquina principal; es muy difícil conseguir que en parte proporcional alcance a las industrias complementarias y les preste el debido calor; el constructor del buque preferirá encargar los aparatos auxiliares al Extranjero, con economía de dinero y de tiempo; y, por lo tanto, será preciso buscar para estas industrias una protección especial en forma de exención de impuestos, de subvención, de algo, en fin, inmediato, que haga efectiva y real la protección directa con la única condición de que sean de producción nacional las primeras materias empleadas.

Queda demostrado que España necesita construir un gran tonelaje anual, y que dispondrá en breve la industria nacional de todos los medios de fabricación necesarios para poder construirlo. Con todo y a pesar de todo, la construcción de los buques en España dependerá, en

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

definitiva y de un modo principal, del precio a que se pueda obtener los diversos elementos que integran un barco. Esta cuestión de precio es la que, en resumen, resolverá la cuestión de posibilidad y la que más principalmente debe preocupar a los constructores navales e interesar a la Nación.

El precio que los aceros han adquirido durante la guerra y el que tienen todavía en Bilbao constituye un verdadero freno para mayor actividad de la construcción naval en España; alegan los siderúrgicos la imposibilidad de reducir sus precios mientras no baje el del carbón; y como, a pesar de tener Bilbao minerales baratos y de excelente calidad, es el carbón el que regula el precio de los lingotes y de los aceros que se emplean en las industrias españolas, resulta de este alto precio un daño importantísimo para las construcciones navales en España y que hiere a todas las industrias del país.

Si las industrias nacionales han de depender del carbón extranjero, la situación actual nunca tendrá verdadero remedio, porque la solución con carácter de estabilidad depende del carbón nacional; y convendría muy mucho que este asunto se estudiara detenidamente y de manera diáfana y clara.

El edificio de construcción naval que en España se pretende levantar tiene que depender, como el de toda industria de transformación, de una producción abundante y económica de hierros y aceros; y como la siderurgia no puede existir abundante y económica sin una producción de carbón grande y a precios moderados, sólo con una protección inteligente y consiguiendo además que el carbón llegue en las condiciones necesarias a los sitios consumidores o, por lo menos, a los puertos principales; sólo transformando estos últimos en verdaderos puertos modernos de exportación, de tal modo que el combustible se pueda embarcar rápidamente en grandes buques, podrá lograrse la consolidación definitiva y la verdadera estabilidad del edificio industrial que España necesita levantar para el desarrollo de la construcción naval, compendio y resumen de las industrias más importantes, y característica de la prosperidad nacional.

Finalmente, se dió lectura a una carta del Sr. PRESIDENTE DEL CONGRESO relativa a la repetición de éste, y se acordó, con arreglo a lo propuesto en ella, dar un voto de confianza al Instituto de Ingenieros Civiles para que decida lugar y época del segundo Congreso.

Se levanta la sesión a las doce y media.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

SECCIÓN 2.ª

CONCLUSIONES APROBADAS

PREVIA MODIFICACIÓN

PRIMERA CONCLUSIÓN. Que es una realidad en España la industria de la construcción naval, y que su vida futura está llena de promesas si se la vigoriza con las medidas necesarias para su consolidación.

Que en un plazo no mayor de tres a cuatro años, España dispondrá de todos los medios necesarios para construir con material nacional los buques de cualquier porte que necesiten los armadores, y también las máquinas y las calderas; pero para llegar de hecho a la nacionalización y estabilidad de la construcción naval, será preciso que el Estado proteja directamente la creación de industrias especializadas en los aparatos complementarios que el manejo del buque requiere, y se resuelva la dificultad que ofrece el actual precio del carbón, factor, por ahora, principal para que sea una realidad industrial la producción de los diversos elementos del barco, así como la consolidación de las actuales perspectivas.

SEGUNDA. Que dado lo heterogéneo de nuestro tráfico actual y su poca importancia (exceptuando el de minerales y carbones), no es recomendable la adopción de buques-tipos sino para los destinados a dicho tráfico de minerales y carbones con Inglaterra, debiendo realizar el estudio de dichos buques-tipo la Dirección de Navegación mediante concursos de proyectos que se verificarán al efecto.

TERCERA. Que para disponer de personal capacitado debe crearse en la Escuela de Ingenieros y Maquinistas de la Armada una Sección para delineantes y maestros constructores de buques.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

CUARTA. Que la Dirección de la Marina mercante favorezca la construcción de buques adecuados a las necesidades de nuestros comercios exterior y de cabotaje.

QUINTA. Que la protección del Estado a los constructores consista en la concesión de primas que los coloquen en las mismas condiciones de trabajo que estén los del país en que los materiales sean más baratos, para que aquéllos se vean obligados a modernizar sus medios de fabricación y conseguir que la prosperidad que pueda alcanzar esta industria sea real y no la ficticia que actualmente tiene al amparo de la protección del Estado.

SEXTA. Que se subvencione la construcción de máquinas-herramientas, exigiendo a los que soliciten esta protección serias garantías técnicas, a fin de que el "outillage" creado sea lo mejor posible.

SÉPTIMA. Que se celebren concursos cada dos o tres años para presentación de proyectos de buques que modernicen los tipos existentes.

OCTAVA. Que se organice una Escuela-taller, dirigida por Ingenieros navales, para crear delineantes de barcos y maestros navales, personal este último que desempeñe, al lado de los Ingenieros navales, igual cometido que los montadores de máquinas, y que sin conocimiento ni firma para proyectar, lo adquieran completo de los procedimientos prácticos de trazado en la Sala de Gálibos y en la preparación y montaje de todas las partes del casco y maquinaria de los buques.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

SECCION 3.ª

MECÁNICA, MOTORES Y MÁQUINAS-HERRAMIENTAS

FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

SECCIÓN 3.ª

ACTA DE LA SESION CELEBRADA EL DIA 18 DE NOVIEMBRE DE 1919

Se abre la sesión a las once de la mañana.

Comenzó ésta con una salutación del Sr. PRESIDENTE a los señores Congresistas, indicando el plan a seguir en las deliberaciones de la Sección y exhortando a todos a presentar en forma de conclusiones cuantas propuestas juzguen convenientes para el mejor éxito de la misma. Encarece la importancia en la vida moderna de todas las aplicaciones de la Mecánica, y hace constar que aun cuando se han presentado meritísimos trabajos, diversas circunstancias han impedido que su número alcance al que, seguramente, se obtendrá en futuros Congresos.

Propone el Sr. Presidente que, en cumplimiento de las Bases del Congreso, se nombre un Presidente de honor, un Vicepresidente y un segundo Secretario, e indicó para estos cargos a los Sres. Serrat, Elizalde y Monzón, quedando, por consiguiente, constituída la Mesa del modo siguiente:

PRESIDENTE DE HONOR

D. José Serrat.

PRESIDENTE EFECTIVO

D. José Morillo.

VICEPRESIDENTES

D. Emilio González Llana.
D. Leopoldo Elizalde.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

SECRETARIOS

D. Manuel Lucini.
D. José Monzón.

Se lee por su autor, el Sr. IZQUIERDO (D. Ramón), el siguiente interesante trabajo, muy aplaudido por la Asamblea:

"TRANSMISION DE MOVIMIENTO ENTRE POLEAS DE LLANTA LISA POR MEDIO DE CADENA METALICA

Por D. RAMÓN J. IZQUIERDO, *Catedrático numerario de la Escuela Central de Ingenieros industriales.*

Dos sistemas principales de transmisión mecánica de la energía, a los cuales pueden referirse todos, se usan en la Industria, formando dos grandes grupos, caracterizados por el principio en que se fundan; y son estos grupos: primero, el que tiene por base la utilización de la adherencia de un órgano flexible sobre las llantas de las poleas conductora y conducida. Pertenecen a este grupo la transmisión por correa y por cable.

Segundo, el que emplea una verdadera tracción, materializada por un órgano flexible constituído por una cadena o serie de elementos articulados que funcionan del mismo modo que si estuviesen sobre la corona de una rueda dentada o formasen cremallera. A este segundo grupo pertenecen todas las transmisiones constituídas por piñones y cadenas.

Conocidos son los inconvenientes y defectos de estos sistemas de transmisión, entre los que podemos enumerar, como de más importancia para el primer grupo, el deslizamiento de las correas, que disminuye el rendimiento y hace imposible fijar exactamente la relación de las velocidades angulares; la desigual dilatabilidad o estiramiento de las correas, que hace que éstas se deformen irregularmente, siendo otra causa de disminución del rendimiento; la necesidad de estar tensándolas constantemente y embadurnándolas con ingredientes que las pudren y deterioran rápidamente, y otros muchos defectos bien conocidos que no nos detendremos a enumerar; y para el segundo grupo, el rozamiento inevitable en los engranes, que, para este caso, alcanza un crecido valor, constituyendo una gran pérdida de trabajo y una causa de rápido deterioro, además de no poderse emplear este sistema más que en determinados casos.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

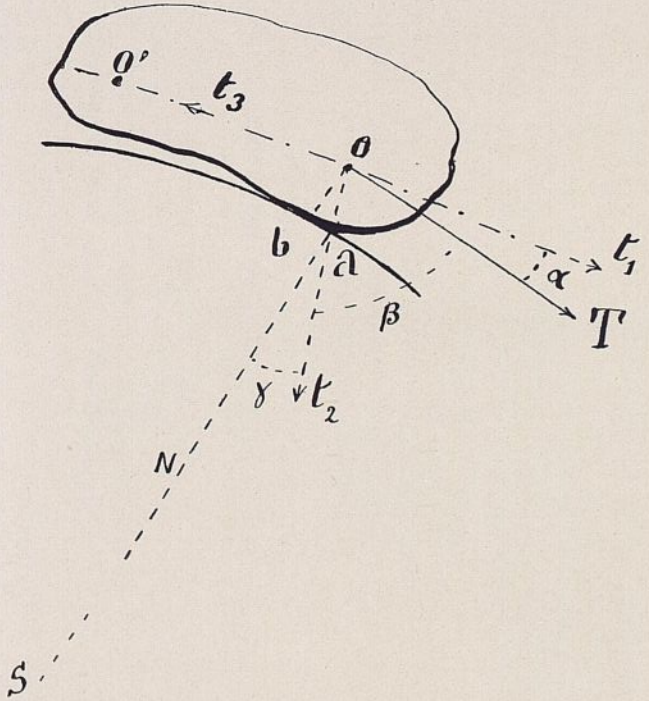


Fig. 1ª.

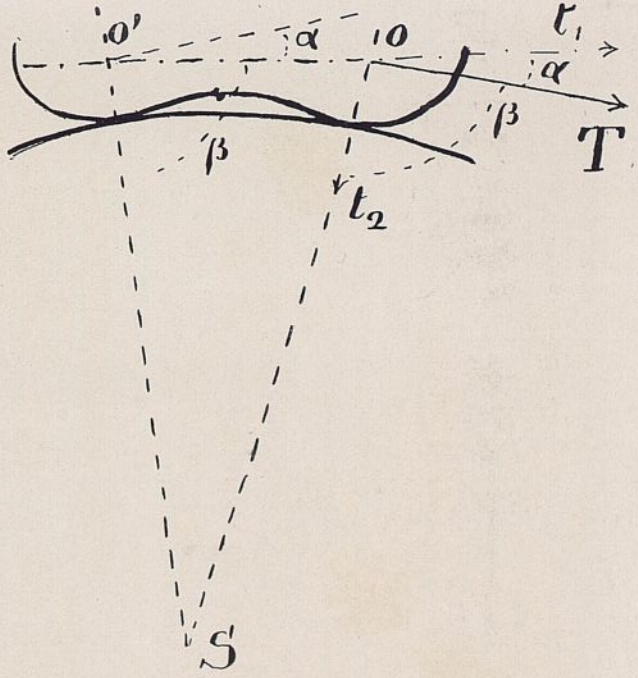


Fig. 2.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

Deseando suprimir en lo posible los inconvenientes de estos sistemas de transmisión y utilizar las ventajas de ambos, se nos ocurrió construir un tercer sistema, que es el que tenemos el honor de presentar al Congreso, cuyo principio fundamental, desarrollado en lo que sigue, podemos resumir anticipadamente diciendo que la solidaridad entre el órgano flexible y la llanta de la polea se obtiene utilizando la bien conocida propiedad de los cuerpos rígidos, que no pueden deslizarse, uno sobre otro, cuando la fuerza que tiende a producir el deslizamiento forma, con la reacción del punto de contacto, un ángulo menor que el de rozamiento; entonces, la materia de ambos cuerpos tiende a penetrarse, y si esto no es posible, el movimiento relativo es nulo.

Hemos realizado mecánicamente la aplicación de este principio, construyendo una cadena cuyos eslabones tienen una figura apropiada para llenar estas condiciones, al aplicarse sobre una superficie cilíndrica, que es la de las llantas de las poleas.

Suprimiendo el deslizamiento y deformación de la cadena, para lo cual basta que ésta trabaje con una tensión inicial que luego calcularemos, y dentro de los límites de las transformaciones elásticas no permanentes, tendremos un órgano de transmisión muy superior a las correas de duración grande y permitiendo realizar materialmente las condiciones de movimiento que se proyecten, como la relación constante entre velocidades angulares, etcétera.

Los eslabones están constituidos por mallas montadas sobre cilindros que reparten la presión sobre todo el eje que une dichas mallas, estando dispuestas además de modo que el lubrificante llegue a todas partes donde hay movimiento, y esto, unido a la supresión del engrane y deslizamiento, hace que el rendimiento sea mucho más elevado que las transmisiones de los otros dos sistemas.

La cadena, que no exige para su colocación más que una superficie cilíndrica, que es la de las poleas ordinarias, salvo el bombeo, puede ser colocada en todos los aparatos sin modificación alguna de éstos, substituyendo directamente a las correas de cuero.

CADENA DE TRANSMISIÓN SOBRE POLEA LISA

Sea M una pieza cualquiera que apoya en punto *a* sobre la llanta de una polea, y OT, el eje de otra pieza análoga articulada con la anterior en O, y según el cual hacemos actuar una tracción T.

Descompongamos T en las direcciones O*a* y OO′:

$$t_1 = T \cos \alpha \qquad t_2 = \cos \beta$$

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Proyectemos sobre dos direcciones perpendiculares, siendo una de ellas la de la normal aN a la llanta en el punto de apoyo a; tendremos:

$$T \cos (\beta + \gamma) = t_1 \cos (\beta + \gamma + a) + t_2 \cos \gamma \ldots\ldots \quad (A)$$
$$T \operatorname{sen} (\beta + \gamma) = t_1 \operatorname{sen} (\beta + \gamma + a) + t_2 \operatorname{sen} \gamma \ldots\ldots \quad (B)$$

y tomando momentos respecto a a

$$M_a T = M_a t_1 + O = t_1 \times Oa \cos \gamma$$

Si en la (A) introducimos, o ponemos en evidencia, la reacción debida a la indeformidad de la llanta en a, será una ecuación de equilibrio en la que

$$\Sigma f = O$$

Si en la (B) hacemos aparecer la tensión t_3 de la pieza según el eje OM, igual y contraria a t_1, nos quedará reducida a T sen $(\beta + \gamma) = t_2$ sen γ.

Sea f el coeficiente de rozamiento; en tanto que el producto de f por la reacción normal R según Na, sea mayor que t_2 sen γ, habrá equilibrio, pues

$$t_2 \operatorname{sen} \gamma < R \operatorname{tang} f$$

o bien

$$\gamma < f$$

indica la condición de encliquetaje o trinquete, y, en suma, nos quedará para causa del movimiento de la pieza

$$M_a T = t_1 \times Oa \cos \gamma$$

o sea que el movimiento posible de la pieza será únicamente una rotación sobre a como centro instantáneo de rotación.

Supongamos que por una causa cualquiera la distancia Ob se obliga a permanecer constante; es decir, se fija la distancia entre la rótula O y la llanta, la rotación será imposible si la figura de la pieza en la parte que va a rodar no es un círculo que tenga su centro en O, pues únicamente entonces, la curva cicloide que va a engendrar O en su movimiento, sería un arco de círculo concéntrico con el de la llanta, y podrá permanecer constante la distancia entre ésta y O.

En resumen: las posiciones relativas de la pieza OM y la llanta son fijas, sin que haya movimiento relativo entre ambas, y, por lo tanto, no hay deslizamiento ni rotación.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Esta última queda también anulada, por la fijeza de la distancia de O' a la llanta.

Ahora bien: nos queda que estudiar el momento de T respecto el conjunto del sistema.

Si suponemos, como es el caso, el centro S de la polea fija en el espacio, el movimiento del conjunto será una rotación con S como centro, y con un momento

$$T \times (Sa + Ob) \operatorname{sen} (\beta + \gamma) = M_s$$

y en el caso general en que $\gamma = O$

$$T \times (R + e) \operatorname{sen} \beta = T(R + e) \operatorname{sen} \frac{\pi(n-2)}{2n}$$

siendo $n = \frac{2\pi(R + e)}{c}$ y c el arco subtendido por la distancia entre las dos articulaciones de la pieza, n lo suponemos entero.

El máximum del momento corresponde a $C = O$, realizable en la práctica; pero la expresión nos indica que es conveniente hacer c lo más pequeño posible.

En vez de la pieza irregular que hemos estudiado, sea ahora la malla de eslabón de cadena OO' (fig. 2). Todo lo que hemos dicho respecto a aquélla lo podemos repetir para ésta.

No habiendo deslizamiento, el momento de T respecto el centro S produce la rotación de la polea si se realizan las condiciones que hemos expuesto.

La invariabilidad de la distancia Ob se obtiene por la fijeza de la longitud de la cadena, si el material de que se construye tiene un valor bastante grande de su coeficiente de elasticidad, en presencia de las componentes t_2 (fig. 1), que es lo que ocurre en la práctica.

En el caso de que se produzca un esfuerzo accidental suficientemente grande para estirar la cadena y separar momentáneamente la malla de la llanta, salta la cadena completa fuera de la polea, sin ocasionar roturas, por quedar interrumpida la acción de T.

Las condiciones que debe reunir una malla para obtener un buen funcionamiento serán:

1.° La componente t_2 debe estar dirigida según la normal común SO.

2.° La longitud de la malla debe ser lo más pequeña que permitan las condiciones de resistencia.

3.° Una tensión inicial suficiente para que la cadena quede per-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

fectamente acoplada a la llanta y permita transmitir el esfuerzo que se desea.

Estudiemos esta condición.

T se transmite a la malla siguiente por la componente $t_1 = T \cos \alpha$ y la $t_2 = T \cos \beta$.

t_1, a su vez, da en la malla siguiente:

$$t_1 \cos \alpha \quad y \quad t_1 \cos \beta \quad \text{o bien} \quad T \cos^2 \alpha \quad y \quad T \cos \alpha \cos \beta$$

y sucesivamente tenemos

$$T \cos^3 \alpha \qquad T \cos^2 \alpha \cos \beta \ldots\ldots$$

las componentes normales

$$T \cos \beta \qquad T \cos \alpha \cos \beta \ldots\ldots \qquad T \cos^{m-1} \alpha \cos \beta$$

sirven para el ajuste de la cadena sobre la llanta, sumadas a las originadas por la tensión inicial, y convendrá llegar a un valor pequeño de $T \cos^{m-1} \alpha \cos \beta$, o sea un valor suficientemente grande de m para que t_m no tenga importancia prácticamente.

En el caso de

$$\gamma = O \qquad \alpha + \beta = \frac{\pi}{2}$$

y será:

$$T \cos^{m-1} \alpha \cos \beta = T \frac{1}{2} \operatorname{sen} 2\alpha \cos^{m-2} \alpha = T'$$

siendo T' la tensión en el último eslabón del arco de contacto,

$$T - T' = T \left(1 - \frac{1}{2} \operatorname{sen} 2\alpha \cos^{m-2} \alpha \right) = P$$

que señala la expresión del esfuerzo transmitido.

Desarrollando y parándonos en la primera potencia, siendo R la suma de los demás términos,

$$P = T (1 - \alpha - R) \qquad P > T \left(1 - \frac{\pi}{n} \right)$$

que nos da el valor de n para un esfuerzo a transmitir, en función de T, o el de T en función de n.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Como $\frac{\pi}{n}$ será pequeño en general, o, por lo menos, podemos proyectarlo pequeño, se ve que el rendimiento será mayor que las transmisiones de correa, porque P, diferenciándose poco de T, no necesitamos gran presión supletoria sobre los cojinetes para obtener la suficiente tensión inicial.

El valor máximo de m será $\frac{n}{2}$ para el caso en que el arco de contacto sea π.

El Sr. MANZANO hace algunas observaciones sobre el aspecto económico del tipo de cadena que propone el Sr. Izquierdo, a las que éste contesta debidamente.

El Sr. LUCINI lee a continuación su trabajo, cuyo contenido es el siguiente:

"BASES TEORICAS PARA EL CALCULO DE CARBURADORES

Por D. M. Lucini, *Ingeniero industrial.*

Tanto en el estudio del funcionamiento de un motor de explosión, como en el cálculo de sus elementos, es bien sabido que intervienen una multitud de datos empíricos, de coeficientes más o menos prácticos, a cuya determinación no ha presidido ninguna ley teórica. Quizá la causa de este empirismo, que también prepondera en otras modernísimas ramas de la técnica, sea debida, felizmente (palabra ésta que debemos emplear los que hemos de ver en el perfeccionamiento de las ciencias aplicadas la finalidad de nuestro esfuerzo), al rapidísimo progreso de aquellas ramas, entre las cuales la técnica de los motores de explosión ocupa un lugar privilegiado.

Esta rapidez de evolución, casi revolución podíamos decir, en algunas etapas del desarrollo industrial de estos motores, ha dado lugar a un fenómeno que, con mayor o menor intensidad, se presenta en aquellas aplicaciones técnicas a que más arriba se hace referencia; esto es, a un mayor adelanto de los hechos sobre su interpretación técnica, y, en definitiva, a una preponderancia de los datos empíricos sobre los calculados.

Cuando esto ocurre, cuando los hechos no son interpretados dentro de las leyes naturales, o lo son parcialmente, faltando aquella trabazón lógica y unidad de criterio que proporciona una hipótesis o teoría superior que abarque todos los casos conocidos y pueda prever los posibles, como la posee la Electricidad, y quizá a ello deba sus

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

firmes y rápidos progresos, y exactitud en sus métodos por ninguna otra rama técnica igualados, no es de extrañar que la rutina se erija en ley en algunos casos, y que las vacilaciones y tanteos sean otros tantos obstáculos en la mayoría de ellos.

Entre los elementos constitutivos de un motor de explosión de combustible líquido, quizá ninguno tan interesante y peculiarmente característico como el carburador, que es, por decirlo así, el "estómago" del motor, en donde se forma la mezcla, cuya combustión en el interior del cilindro ha de producir una cantidad de calor, de la cual, por desgracia, sólo una pequeña fracción se transformará en trabajo mecánico utilizable.

Todos los innumerables tipos de carburadores empleados en la actualidad pueden reducirse a dos: los de "vaporización" y los de "pulverización".

1.°—Carburadores de vaporización.

Figura 1.ª—Sea p_1 la presión exterior, y p' la interior: la diferencia $p_1 - p'$ será la depresión producida en el recinto del carburador por la aspiración del motor. El aire entra en el carburador gracias a esta depresión, y, dadas las condiciones en que tiene lugar, el aire pasará de la presión p_1 exterior a la p' interior, adiabáticamente, y la velocidad de salida vendrá dada por la ecuación:

$$\frac{v^2}{2g} = \mathrm{ECT}_1 \left[1 - \left(\frac{p'}{p_1} \right)^{1 - \frac{1}{\gamma}} \right]$$

siendo T_1 la temperatura absoluta exterior, E el equivalente mecánico de la caloría, C el valor específico del aire a presión constante, y γ la relación $\frac{C}{c}$.

El volumen de aire que, en la unidad de tiempo, entrará en el carburador será $V = \varphi S v$, siendo S el área de la sección transversal del tubo en la salida, y φ el coeficiente de gasto correspondiente al derrame en pared gruesa. Este coeficiente, según se deduce de los estudios experimentales de Grashof y de los teóricos de Zeuner, parece diferir poco de 0,83 para una expansión adiabática.

Siendo δ el peso de la unidad de volumen de aire en las condiciones de temperatura interior T' y presión interior p', el peso de aire que, en la referida unidad de tiempo, entrará, vendrá dado por la expresión:

$$P = \delta V = \delta \varphi S \sqrt{2g \mathrm{E\,C\,T}_1} \sqrt{1 - \left(\frac{p'}{p_1} \right)^{1 - \frac{1}{\gamma}}} = k\delta \sqrt{1 - \left(\frac{p'}{p_1} \right)^{1 - \frac{1}{\gamma}}}$$

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

y llamando k al coeficiente del segundo radical, que no depende de la presión y temperatura interior.

Pero:

$$\delta = \delta_0 \frac{273}{T'} \frac{p'}{p_0}$$

luego:

$$P = \frac{273\, k\, \delta_0}{p_0} S \frac{p'}{T'} \sqrt{1 - \left(\frac{p'}{p_1}\right)^{1-\frac{1}{\gamma}}}$$

Siendo la expansión adiabática, las temperaturas y las presiones están ligadas por la relación:

$$\frac{T'}{T_1} = \left(\frac{p'}{p_1}\right)^{1-\frac{1}{\gamma}}$$

y, eliminando T' entre esta ecuación y la anterior, se puede expresar el peso de aire P bajo la forma:

$$P = \frac{273\, k\, \delta_0\, p_1^{\,1-\frac{1}{\gamma}}}{p_0 T_1} S p'^{\frac{1}{\gamma}} \sqrt{1 - \left(\frac{p'}{p_1}\right)^{1-\frac{1}{\gamma}}}$$

que no contiene más variables que la sección de entrada de aire S y la presión interior p'.

Por otra parte, el peso P de aire que exige el motor es sensiblemente proporcional a la potencia que desarrolla, y esta potencia, para un mismo motor, lo es a su vez al número de revoluciones. Pero la presión p' en el recinto del carburador disminuye en razón inversa del número de revoluciones, pudiendo, pues, escribirse: $P = \frac{k'}{p'}$ siendo k' un parámetro para cada motor.

La igualdad de estos dos valores de P exige que:

$$\frac{273\, k\, \delta_0\, p_1^{\,1-\frac{1}{\gamma}}}{p_0 T_1} S p'^{1+\frac{1}{\gamma}} \sqrt{1 - \left(\frac{p'}{p_1}\right)^{1-\frac{1}{\gamma}}} - k' = F(Sp') = 0$$

Es fácil ver que en estas condiciones habría un valor de p' que hará *mínimo* a S, el cual se obtendrá mediante la ecuación de condición:

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

$$\frac{\alpha S}{\alpha p} = -\frac{\frac{dF}{dP'}}{\frac{dF}{dS}} =$$

$$= -\frac{273\, k\, \delta_0\, p_1^{\,1-\frac{1}{\gamma}}}{p_0 T_1}\, S \left[\left(1+\frac{1}{\gamma}\right) p_1^{\frac{1}{\gamma}} \sqrt{1-\left(\frac{p'}{p_1}\right)^{1-\frac{1}{\gamma}}} + \right.$$

$$\left. + p'^{\,1+\frac{1}{\gamma}} \frac{-\frac{\left(1-\frac{1}{\gamma}\right) p'^{\frac{1}{\gamma}}}{p'^{\,1-\frac{1}{\gamma}}}}{2\sqrt{1-\left(\frac{p'}{p_1}\right)^{1-\frac{1}{\gamma}}}} \right] = 0$$

$$\frac{273\, k\, \delta_0\, p_1^{\,1-\frac{1}{\gamma}}}{p_0 T_1}\, p_1^{\,1+\frac{1}{\gamma}} \sqrt{1-\left(\frac{p'}{p_1}\right)^{1-\frac{1}{\gamma}}}$$

Como el denominador no puede ser infinito, el numerador tendrá que ser cero; de donde:

$$2\left(1+\frac{1}{\gamma}\right) p'^{\frac{1}{\gamma}} \left[1-\left(\frac{p'}{p_1}\right)^{1-\frac{1}{\gamma}}\right] = p'^{\,1+\frac{1}{\gamma}} \frac{\left(1-\frac{1}{\gamma}\right) p'^{-\frac{1}{\gamma}}}{p_1^{\,1-\frac{1}{\gamma}}}$$

de la cual se deduce la:

$$2\,\frac{1+\frac{1}{\gamma}}{1-\frac{1}{\gamma}} \left[p_1^{\,1-\frac{1}{\gamma}} - p'^{\,1-\frac{1}{\gamma}} \right] = p'^{\,1-\frac{1}{\gamma}}$$

y de éste la:

$$2\,\frac{\gamma+1}{\gamma-1}\, p_1^{\,1-\frac{1}{\gamma}} = p'^{\,1-\frac{1}{\gamma}} \left[2\,\frac{\gamma+1}{\gamma-1} + 1 \right]$$

y finalmente:

$$p'^{\,1-\frac{1}{\gamma}} = \frac{2\gamma+2}{3\gamma+1}\, p_1^{\,1-\frac{1}{\gamma}}$$

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

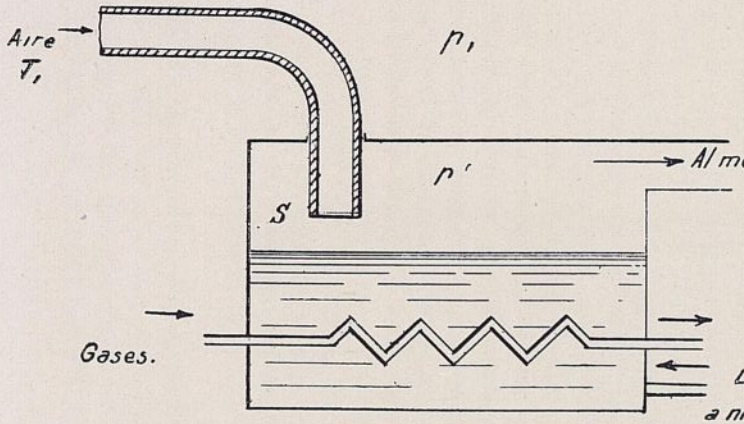


Fig.ª 1.ª

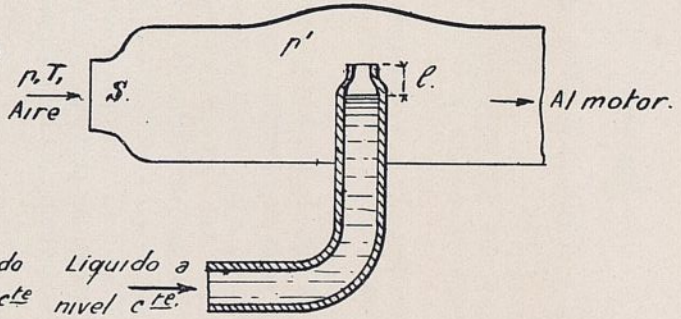


Fig.ª 2.ª

FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

y el valor de la presión p', buscada será:

$$p' = \left[\frac{2\gamma + 2}{3\gamma + 1}\right]^{\frac{\gamma}{\gamma - 1}} p_1$$

Haciendo $p_1 = 1$ Kg.-cm.^{2}, esta fórmula da para p' el valor 0,755 kilogramos-cm.^{2}, o sea una depresión de 2,45 metros de columna de agua.

Si conocido este valor de p' calculamos la sección S del tubo por la fórmula $F(Sp') = 0$, es evidente que para valores de p' mayores o menores, S debe ser mayor. Será, pues, preciso disponer de una entrada suplementaria de aire, de un "aire adicional" que deberá estar cerrado para una cierta velocidad del motor, correspondiente a una depresión de unos 2,45 m. de columna de agua, y más o menos abierta para valores distintos de aquella velocidad, teniendo en cuenta que, en los motores de automóvil de más de cuatro cilindros, a toda marcha, esta depresión pasa de 1,50 de columna de agua, en los tipos corrientes de carburadores.

Conociendo la ley de variación de S con p' y, por tanto, para un motor dado, con el número de revoluciones, no es difícil imaginar una disposición que abriera o cerrara el aire según esta velocidad; disposición que tendría la ventaja evidente de realizar un aprovechamiento completo del combustible, toda vez que se mezclaría, cualquiera que fuese el régimen de marcha del motor con la cantidad de aire estrictamente necesaria para lograr una combustión completa.

El llegar a cumplir esta condición supone, no sólo un mayor aprovechamiento del combustible, sino un mejor entretenimiento del motor, y economía de lubrificante, por la ausencia de depósitos carbonosos y de sobreelevaciones anormales de temperatura.

En muchos tipos de carburadores de vaporización, especialmente cuando el líquido es muy volátil, el tubo de entrada del aire penetra más o menos dentro del líquido, para lograr una perfecta mezcla de combustible y comburente. En este caso, las fórmulas anteriores se modificarían en el sentido de considerar a p' como la suma de la presión que realmente existe en el recinto del carburador, más la columna de agua equivalente a la altura que el tubo de aire penetra en el líquido.

Si quiere tenerse en cuenta la pérdida de carga en el paso del aire por el tubo, se puede, con suficiente aproximación, reducir el coeficiente ϕ en relación con las dimensiones y forma del tubo. En la mayor parte de los casos que se presentan en la práctica es innecesaria esta complicación.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

II.—Carburadores de pulverización.

La figura 2 representa, en líneas esenciales, un carburador de este tipo. El peso de aire que entra en la unidad de tiempo vendrá representado, como anteriormente, por la expresión:

$$P = \frac{273\, k\, \delta_0\, p_1^{1-\frac{1}{\gamma}}}{p_0 T_1} \; S p'^{\frac{1}{\gamma}} \sqrt{1 - \left(\frac{p'}{p_1}\right)^{1-\frac{1}{\gamma}}}$$

El líquido sale por el pulverizador o "gicleur", cuyo orificio de salida, sea único o múltiple, no es, en general, capilar, con una velocidad:

$$v' = \sqrt{2g\,\frac{p_1 - p'}{D} - \frac{l}{D}}$$

en la que D representa la densidad del líquido combustible, y l la distancia vertical entre el nivel constante del líquido y el borde superior del orificio. Esta altura es sólo de unos 2 a 4 mm. en los tipos corrientes, y tiene únicamente por objeto evitar el derrame del líquido cuando el motor no funciona. En cuanto a las presiones p y p', deben estar medidas en columna de agua si la densidad, como es lo corriente, lo está con relación a este cuerpo.

El peso de líquido que, en unidad de tiempo, sale por el pulverizador o "gicleur" es, siendo el coeficiente de gasto (fácil de fijar en cada caso concreto) y s la sección de dicho orificio:

$$P' = \varphi' s D \sqrt{2g\,\frac{p_1 - p' - l}{D}} = \varphi' s \sqrt{2gD\,(p_1 - p' - l)}$$

Si un kilogramo del líquido empleado exige para su combustión completa n kilogramos de aire, será: $\frac{P}{P'} = n$; luego:

$$\frac{273\, k\, \delta_0\, p_1^{1-\frac{1}{\gamma}}}{\varphi' \sqrt{2g D}} \times \frac{S}{s} p'^{\frac{1}{\gamma}} \sqrt{\frac{1 - \left(\frac{p'}{p_1}\right)^{1-\frac{1}{\gamma}}}{p_1 - p' - l}} = n$$

de aquí se deduce fácilmente, siendo M una constante:

$$\frac{S}{s} p'^{\frac{1}{\gamma}} \sqrt{\frac{1 - \left(\frac{p'}{p_1}\right)^{1-\frac{1}{\gamma}}}{p_1 - p' - l}} = M$$

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

de la cual:

$$\frac{S}{s}\left(\frac{p'}{p_1}\right)^{\frac{1}{\gamma}}\sqrt{\frac{1-\left(\frac{p'}{p_1}\right)^{1-\frac{1}{\gamma}}}{1-\frac{p'}{p_1}-\frac{l}{p'}}}=M\,p'^{\frac{1}{2}-\frac{1}{\gamma}}$$

de donde haciendo $1-\frac{l}{p'}=\alpha$ y llamando r a la relación $\frac{p'}{p_1}$

$$\frac{S}{s}=M\,p_1^{\frac{1}{2}-\frac{1}{\gamma}}\cdot\frac{1}{r^{\frac{1}{\gamma}}}\sqrt{\frac{\alpha-r}{1-r^{1-\frac{1}{\gamma}}}}=$$

$$=M\,p_1^{\frac{1}{2}-\frac{1}{\gamma}}\sqrt{\frac{\alpha-r}{r^{\frac{2}{\gamma}}-r^{1+\frac{1}{\gamma}}}}$$

y derivando:

$$\frac{\alpha}{\alpha r}\left(\frac{S}{s}\right)=$$

$$=M\,p_1^{\frac{1}{2}-\frac{1}{\gamma}}\,\frac{r^{1+\frac{1}{\gamma}}-r^{\frac{2}{\gamma}}-(\alpha-r)\left(\frac{2}{\gamma}r^{\frac{2}{\gamma}-1}-\left(1+\frac{1}{\gamma}\right)r^{\frac{1}{\gamma}}\right)}{\left(r^{\frac{2}{\gamma}}-r^{1+\frac{1}{\gamma}}\right)^2}$$

$$2\sqrt{\frac{\alpha-r}{r^{\frac{2}{\gamma}}-r^{1+\frac{1}{\gamma}}}}$$

Esta expresión se anula para los valores de r dados por las ecuaciones:

$$\begin{cases} r^{\frac{2}{\gamma}}-r^{1+\frac{1}{\gamma}}=0 \\ r^{1+\frac{1}{\gamma}}-r^{\frac{2}{\gamma}}=(\alpha-r)\left(\frac{2}{\gamma}r^{\frac{2}{\gamma}-1}-\left(1+\frac{1}{\gamma}\right)r^{\frac{1}{\gamma}}\right) \end{cases}$$

La primera supone $r=0$; solución evidentemente extraña a la cuestión. Eliminando esta solución de la segunda ecuación, resulta:

$$r^{\frac{1}{\gamma}}-r^{\frac{2}{\gamma}-1}=(\alpha-r)\left[\frac{2}{\gamma}r^{\frac{2}{\gamma}-2}-\left(1+\frac{1}{\gamma}\right)r^{\frac{1}{\gamma}-1}\right]$$

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Suponiendo como primera aproximación $a = 1$, toda vez que es muy pequeña con relación a p, esta ecuación queda resuelta para $r = 0{,}878$, lo cual supone una depresión de 1,22 m. de columna de agua; valor inferior al del caso anteriormente estudiado, del carburador de vaporización.

Es fácil ver que, en este caso, la relación $\frac{S}{s}$ aumenta con rapidez cuando p' va disminuyendo, y por ser relativamente pequeña la diferencia $p - p'$, que da el valor mínimo de S, el aire adicional debe abrirse constantemente a medida que la velocidad aumenta, pudiendo también pensarse en una disposición automática de apertura del aire adicional.

En el arranque del motor, y mientras la presión p' alcanza el valor anteriormente calculado, el aire adicional debe estar cerrado. Esta condición, no sólo es necesaria desde el punto de vista de la cantidad de aire necesaria para la explosión de la mezcla, sino para obtener una mezcla muy rica en combustible que facilite el arranque, que se sabe es siempre el momento más dudoso del funcionamiento de estos motores.

La sección s del orificio del "gicleur" se calculará por la fórmula que da el valor de p' conocida la potencia y el consumo del motor, y en función de s, conocida la relación $\frac{S}{r}$ se determinarían los de la entrada mínima de aire S_m y los de la entrada de aire adicional $S - S_m$

Con estas ideas generales que someramente quedan apuntadas, creemos haber dado una orientación de la marcha de cálculo a seguir al determinar las dimensiones características del carburador de un motor de explosión.

CONCLUSIONES

PRIMERA. Como todos los órganos de los motores de explosión, entre cuyos órganos el carburador es uno de los más importantes, deben calcularse sus dimensiones rigurosamente por las fórmulas de la Termodinámica.

SEGUNDA. El cálculo demuestra que para cada carburador hay una presión interior que hace mínima la sección de entrada de aire. Será, pues, preciso aumentar esa entrada de aire en función de la velocidad del motor. La variación de sección en la entrada de aire y la velocidad están ligadas por una ley determinada, pudiendo, por tanto, variarse tal sección de un modo racional y no empíricamente, como hoy se hace.

TERCERA. Sería interesante repetir los ensayos con motores que

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

cumplan las condiciones que exige la conclusión anterior en cuanto a la relación entre la velocidad y la entrada de aire. Los resultados negativos obtenidos en dichos ensayos pueden interpretarse fácilmente por tratarse de carburadores construídos de un modo más o menos empírico.

CUARTA. Toda disposición que conduzca a tener en cada momento la sección de aire estrictamente necesaria conducirá a una economía de combustible, mayor duración del motor y economía de lubrificante."

No se hicieron objeciones a este trabajo.

Después, el Vicepresidente, Sr. GONZALEZ LLANA, lee el trabajo del Sr. Moreno Carracciolo, que es como sigue:

"EL TRABAJO ABSORBIDO POR LAS MAQUINAS-HERRAMIENTAS

Por D. MANUEL MORENO CARACCIOLO.

Cuando se proyecta un aparato elevador de peso, ya sea una bomba, un montacargas o una grúa, los mismos datos del problema facilitan, mediante una sencilla operación aritmética, el conocimiento del trabajo consumido. Basta multiplicar la velocidad de elevación en metros por el peso sólido o líquido a elevar en kilogramos, para saber el número de kilográmetros gastados en un segundo. Y un coeficiente de rendimiento, fácil de calcular generalmente, nos da la potencia exacta del motor necesario para el mecanismo de elevación proyectado.

No sucede lo mismo en las máquinas-herramientas. Los datos sobre los que se ha basado su cálculo no suelen ser fuerzas y velocidades bien definidas que permitan llegar rápidamente al conocimiento del trabajo absorbido. Y la complicación de sus mecanismos y transmisiones hace difícil a priori la determinación exacta de su rendimiento.

Fijándonos en una sola clase de máquinas, las que trabajan los metales arrancándoles virutas, como son los tornos, cepilladoras, fresadoras, etcétera, bastará un rápido examen de la cuestión para que nos demos cuenta de la dificultad de estudiar de un modo exacto el trabajo absorbido por estas máquinas operadoras.

Si con una máquina de cepillar, por ejemplo, rebajamos un milímetro el grueso de una pieza de fundición de 50 milímetros de largo, y logramos obtener entera la viruta, observaremos que ésta tiene más de un milímetro de espesor y menos de cincuenta de largo. La herramienta, no sólo ha arrancado la viruta: la ha deformado además y ha gastado en ello un trabajo que es necesario añadir al exigido por la separación de la materia.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Al mismo tiempo, la punta del útil, oprimiendo la pieza, ha recorrido 50 milímetros, venciendo el rozamiento desarrollado y consumiendo, por lo tanto, una energía que será forzoso añadir a las consumidas en los trabajos de separación y deformación.

El valor exacto de estas pérdidas de energía es casi imposible de conocer. Podrá calcularse con relativa exactitud la fuerza necesaria para la separación; pero el rozamiento y el aumento de espesor de la viruta dependen, entre otras causas, de cantidades tan variables como el ángulo de corte de la herramienta y el coeficiente de rozamiento, que no suele tener, generalmente, el valor fijado en las tablas de los manuales y formularios.

No nos queda, pues, más recurso que lanzarnos al empirismo y buscar en fórmulas aproximadas los datos que tan tenazmente nos niega la resistencia de materiales.

Para casi todos los libros, fué durante mucho tiempo un axioma la fórmula de Weisbach

$$P = 3.500 le$$

en la que P era la fuerza necesaria para virutas de e centímetros de grueso y l de anchas; pero las experiencias de Smith echaron por tierra tan cómoda fórmula, demostrando que el coeficiente 3.500 no era constante, sino que oscilaba entre los valores 6.440 y 16.730.

Más prudente el profesor alemán E. Hartig, no quiso encerrar en una sola fórmula la potencia absorbida por las máquinas-herramientas; y teniendo presente que el dato interesante es el número de caballos consumidos, plantea la ecuación

$$N = N_0 + \xi G$$

en la que N es el número total de caballos, N_0 el que consume la máquina marchando a vacío (0 1 a 0,55 para las máquinas de fresar), G el peso en kilogramos de las virutas arrancadas en una hora, y ξ un coeficiente variable con la sección de la viruta y con la calidad del material. Así, para virutas de una sección, en milímetros cuadrados de

0,5, 1, 5, 10, 20,

corresponde para ξ los valores

0,294, 0,164, 0,050, 0,047, 0,041

cuando se trata de cepillar fundición. Para el hierro forjado, el valor medio es 0,114, y para el acero, 0,264.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

En los tornos y en las máquinas de fresar, prescindió Hartig de la escrupulosidad observada en las cepilladoras, y fijó desde luego para ξ los valores siguientes, para los tornos:

$$\xi = 0{,}069 \text{ (fundición).}$$
$$\xi = 0{,}072 \text{ (hierro forjado).}$$
$$\xi = 0{,}104 \text{ (acero).}$$

y para las fresadoras:

$$\xi = 0{,}07 \text{ (metales de dureza media).}$$
$$\xi = 0{,}24 \text{ (parte exterior de la fundición).}$$

Como vemos, salvo en lo referente a las máquinas de cepillar, no pecan de excesivamente precisas las fórmulas de Hartig.

Otro colega suyo, el profesor J. Hart, de Heidelberg, presenta una tabla que tiene el mérito de la sencillez, ya que no el de la exactitud. En vez de buscar desde luego el número de caballos consumidos, se fija, como J. Weisbach, en el esfuerzo en kilogramos, que debe vencer el útil por cada milímetro cuadrado de sección de la viruta.

Este esfuerzo tiene los valores siguientes:

Acero duro	60 a 70
Acero dulce	40 a 60
Fundición	30 a 45
Bronce	35 a 50
Cobre	25 a 40

y es preciso multiplicarle por un coeficiente c, cuyo valor es:

Tornos y cepilladoras	$c = 2$
Tornillos limadores	$c = 2{,}5$
Fresadoras y taladradoras	$c = 3$

No hace ninguna indicación acerca de cuándo se tomará uno u otro de los valores que fija para el esfuerzo de arranque, y eso que éste varía entre límites tan distantes (30 y 45 para la fundición), que no puede atribuirse su variación a la diferente resistencia que ofrezca el material, sino a otra causa, la que hizo a Hartig variar su coeficiente ξ para las cepilladoras al espesor de la viruta.

El profesor Smith no se limitó a hacer labor negativa, echando por tierra la fórmula de Weisbach, sino que se dedicó a determinar expe-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

rimentalmente la presión en la arista cortante de la herramienta cuando arrancaba virutas de ancho y espesor conocidos. Así, pudo comprobar que la energía gastada disminuía en un 30 por 100 cuando el ancho de la viruta pasaba de 0,76 a 1,27 milímetros, permaneciendo sensiblemente la misma para anchos bastante mayores.

Escogió para ancho de sus virutas 1,42 milímetros, y determinó que, para espesores de 1,27 mm. (fundición), era necesaria una fuerza de 129,6 kilogramos.

Si la herramienta avanzaba un centímetro, el trabajo desarrollado sería

$$129{,}6 \times 0{,}01 = 1{,}296 \text{ kilográmetros};$$

y como el volumen de la viruta, expresado en centímetros cúbicos, es

$$0{,}142 \times 0{,}127 \times 1 = 0{,}018 \text{ cm.}^3,$$

el trabajo por centímetro cúbico de materia arrancada será

$$\frac{1{,}296}{0{,}018} = 72 \text{ kilográmetros.}$$

Aunque, al aumentarse el espesor de la viruta, disminuía algo esta cifra, llegando a 66,22 kilográmetros para gruesos de 3,43 milímetros, puede, aproximadamente, adoptarse el valor 70 para el trabajo gastado en arrancar un centímetro cúbico de fundición.

Cálculos y experiencias análogas fijan en 155 los kilográmetros necesarios para virutas de acero de igual volumen, y en 90, para los de hierro forjado, aunque, con este material, los valores obtenidos por Smith oscilan entre 74,82 y 101,80.

Esta manera de deducir el trabajo total del necesario para arrancar un centímetro cúbico es muy cómoda cuando, como generalmente ocurre, son datos el ancho y grueso de la viruta y la velocidad de corte de la herramienta. Si, por ejemplo, tratamos de arrancar en un torno una viruta de fundición de un milímetro de grueso por dos de ancho, a la velocidad de 50 milímetros por segundo, el volumen arrancado en la unidad de tiempo será (en centímetros cúbicos):

$$0{,}1 \times 0{,}2 \times 5 = 0{,}10 \text{ cm.}^3$$

y el trabajo por segundo,

$$70 \times 0{,}10 = 7 \text{ kilográmetros,}$$

y el número de caballos,

$$\frac{7}{75} = 0{,}093.$$

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Para conocer la potencia total del torno, usa John Perry la fórmula

$$P = 0{,}1 + 1{,}5\ P'$$

en la que P' es el número de caballos obtenido con los coeficientes de Smith. Así, en este caso,

$$P = 0{,}1 + 1{,}5 \times 0{,}093 = 0{,}239 \text{ HP.}$$

Si hubiésemos aplicado la fórmula de Hart, tomando para la fundición el coeficiente 37,5 (media de 45 y 30), tendríamos para presión en la herramienta, recordando que la sección de la viruta es de $1 \times 2 = 2$ milímetros cuadrados,

$$37{,}5 \times 2 = 75$$

y aplicando el coeficiente de los tornos,

$$2 \times 75 = 150$$

y como el camino recorrido en un segundo es 50 milímetros, o sea 0,05 metros, el trabajo será

$$150 \times 0{,}05 = 7{,}5 \text{ kilográmetros,}$$

y el número de caballos,

$$\frac{7{,}5}{75} = 0{,}1$$

valor que sólo se diferencia en 0,007 del obtenido con la fórmula de Smith.

Para aplicar la fórmula de Hartig, es preciso calcular el peso de las virutas arrancadas en una hora. En un segundo hemos visto que el volumen arrancado era

$$0{,}10 \text{ cm.}^3$$

y, por lo tanto, en una hora sería

$$0{,}10 \times 3.600 = 360 \text{ cm.}^3 = 0{,}360 \text{ dm.}^3$$

y como un decímetro cúbico pesa 7,8 Kg., el peso total será

$$7{,}8 \times 0{,}360 = 2{,}82 \text{ Kg.}$$

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

y el número de caballos,

$$2{,}82 \times 0{,}069 = 0{,}194$$

es decir, cerca del doble del obtenido con las fórmulas de Hart y de Smith.

Esta desigualdad en los resultados obtenidos nos movió a comprobar experimentalmente las fórmulas anteriores; y hemos efectuado gran número de medidas en los talleres de la Escuela Industrial de Madrid, de las que sólo mencionamos a continuación dos de las llevadas a cabo con un torno para trabajar hierro accionado por un motor eléctrico de corriente continua.

La primera determinación fué la de la potencia consumida por el torno en vacío, para lo cual se puso éste en marcha sin carga alguna, y se midieron con aparato de precisión Hartman Braun el voltaje y el amperaje consumido por el motor. El consumo resultó ser de 200 wats, o sea 20,4 kilográmetros por segundo; y esta cifra, restada de las obtenidas cuando trabajaba el torno, nos dió la potencia gastada en arrancar la viruta.

Se colocó entre puntas una varilla de hierro que fué primeramente cilindrada hasta dejarla de un diámetro de 16,9 milímetros. En una segunda experiencia el diámetro fué de 16,8. En el adjunto cuadro se resumen las observaciones hechas:

c

TIEMPO	Número de vueltas total.	Velocidad. — Metros.	Potencia gastada. — Kilogramos.	Diámetro inicial. — Milímetros.	Diámetro final. — Milímetros.	Longitud. — Milímetros.	Volumen arrancado. — Centímetros cúbicos.
Once minutos	50	0,040	2,75	16,9	13,6	8,7	0,682
Dos minutos . .	100	0,040	2,80	16,8	13,3	16,4	1,370

Tratemos de comprobar con estos datos las fórmulas estudiadas anteriormente. La longitud de la viruta es, con bastante aproximación, en el primer caso,

$$50 \times 3{,}14 \times 15{,}25 = 2{,}400 \text{ mm.} = 240 \text{ cm.}$$

y como el volumen total arrancado es de 0,682 cm.^{3}, la sección de la viruta será

$$\frac{682}{2.400} = 0{,}285 \text{ mm.}^2$$

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Ahora bien: como el trabajo consumido en un segundo es de 2,75 kilográmetros, y la velocidad de 0,04 metros, la presión de la herramienta es

$$\frac{2,75}{0,04} = 68,75 \text{ kilogramos,}$$

el coeficiente de Wisbach es, pues, en este caso,

$$\frac{68,75}{0,00285} = 24,000$$

valor muy superior aún al calculado por Smith, y que prueba lo erróneo de la fórmula de Weisbach.

Para comprobar la fórmula de Hartig, observemos que si se han arrancado 1,37 cm.^{3} en dos minutos, en una hora se habrán arrancado

$$1,37 \times 30 = 41,10 \text{ cm.}^3$$

y como cada uno pesa 0,0078 Kg., el peso total arrancado en una hora será

$$41,10 \times 0,0078 = 0,320 \text{ Kg.}$$

El coeficiente de Hartig, multiplicado por este número, debe dar la potencia gastada en caballos; y como ésta es

$$\frac{2,75}{75} = 0,0377$$

el coeficiente valdrá

$$\frac{0,0377}{0,320} = 0,114$$

exactamente el calculado por Hartig cuando se trata de máquinas de cepillar, bastante superior al que admite para los tornos que trabajan con hierro forjado.

Veamos la fórmula de Hart. El esfuerzo por milímetro cuadrado de viruta es

$$\frac{68,75}{0,285} = 240 \text{ Kg.}$$

y teniendo presente el coeficiente de corrección $c = 2$, queda en definitiva 120 kilogramos, aproximadamente doble del marcado por Hart,

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

y que sirve de explicación al hecho de que fuera, en el ejemplo puesto anteriormente, doble el trabajo exigido por la fórmula de Hartig sobre la de Hart.

Examinemos, por último, la fórmula de Smith. Si hemos necesitado dos minutos para obtener 1,37 cm.^{3} de virutas para 1 cm.^{3}, nos habrían bastado

$$\frac{120}{1,37} = 88,5 \text{ segundos;}$$

y como en cada uno se consumen 2,8 kilográmetros, el trabajo total será de

$$88,5 \times 2,8 = 247 \text{ kilográmetros;}$$

es decir, más del doble del más alto valor admitido por Smith.

La experiencia confirma, pues, los resultados obtenidos en el ejemplo anterior; las fórmulas de Hart y de Smith dan valores inferiores, casi iguales a la mitad de los resultados obtenidos en la práctica.

Pueden, pues, formularse las siguientes

CONCLUSIONES

PRIMERA. La fórmula de Weisbach es completamente inadmisible.

SEGUNDA. Las de Hart y Smith dan, para cargas moderadas, de 1 a 2 milímetros, valores muy inferiores a los verdaderos.

TERCERA. La fórmula de Hartig parece la más exacta de todas; pero así como se ha estudiado la variación del coeficiente en las máquinas cepilladoras, en función de la sección de la viruta, debe hacerse lo mismo para los tornos calculando valores que permitan fácilmente averiguar la potencia exigida por la ejecución de un trabajo determinado."

Tampoco, al trabajo que antecede, ningún señor Congresista hizo observaciones.

Concedida la palabra al Sr. MORENO CARACCIOLO, autor del referido trabajo, hizo algunas aclaraciones y dió algunos datos sobre la forma en que obtuvo sus resultados.

Habiéndose terminado los asuntos que figuran en el orden del día, se levantó la sesión a las doce y cuarto de la mañana.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

ACTA DE LA SESION DEL DIA 19 DE NOVIEMBRE DE 1919

Se abre la sesión a las once de la mañana.

El Presidente, Sr. MORILLO, concede la palabra al Sr. FERRER, el cual expuso consideraciones sobre su trabajo, cuyo contenido es el siguiente:

"EXTRACTO DE LA MEMORIA SOBRE EL TEMA "LA HULLA AZUL: DISPOSICION PARA APROVECHAMIENTO DE LAS MAREAS COMO FUERZA MOTRIZ"

Por D. José Ferrer.

Este aprovechamiento se consigue cerrando o dividiendo, por donde más convenga y sea posible, una bahía o ría por medio de un diafragma o murallón, en el cual habrá las esclusas necesarias para que en cualquier momento, y sin estorbar el funcionamiento de las turbinas, puedan pasar las embarcaciones que lo soliciten. También habrá en el mismo compuertas de mucho paso para la inundación y evacuación, cada seis horas, de la zona cerrada por el diafragma, para nivelar en pocos minutos las aguas de ambos lados.

Al obstruir con el diafragma el movimiento regular y normal del flujo y reflujo, se obliga a las aguas, para llenar el espacio cerrado hasta la pleamar, a pasar por las turbinas que hay dentro del murallón, a medio metro bajo el nivel de la mayor bajamar, hasta casi nivelar sus aguas con las del exterior, lo cual se consigue del todo por medio de las referidas compuertas.

En el reflujo, el movimiento es a la inversa.

La fuerza motriz la producen las turbinas al pasar el agua por ellas, obligada por la diferencia de nivel de las aguas de cada lado del diafragma, lo mismo en el flujo que en el reflujo, rindiendo cerca de 1.500 caballos por segundo cada kilómetro cuadrado de superficie cerrada.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

APLICACIONES PRÁCTICAS

Aplicando mi "Disposición" a todas las rías gallegas, podrían obtenerse cerca de un millón de caballos por segundo, sin temor a estiajes; con tan enorme fuerza (en España sólo se utilizan unos 400.000 caballos de energía hidroeléctrica), se facilitaría grandemente la instalación de una red nacional de distribución de energía eléctrica, proyectada por el ministerio de Fomento; podrían electrificarse la mayor parte de nuestros ferrocarriles, crearse importantes industrias electrometalúrgicas y electroquímicas, con la obtención barata de abonos nitrados para nuestra agricultura, cuyo rendimiento triplicaría, y, por último, podríase facilitar, económicamente, luz, fuerza y calor a industriales y particulares, siendo factor importantísimo para la solución del actual problema del carbón."

Este trabajo fué ampliamente discutido por el Sr. IZQUIERDO desde el punto de vista de la ley de elevación de las aguas del mar en función del tiempo, y por el Sr. MORILLO desde el punto de vista económico, dadas las compuertas de tamaño excepcional que serían necesarias para llevar a la práctica las teorías del Sr. Ferrer.

A continuación el Sr. VILLEGAS (D. Leonardo), fogonero de la Compañía de los Ferrocarriles de M.-Z.-A., dió una conferencia sobre el asunto que a continuación se publica:

"DESCRIPCION Y FUNCIONAMIENTO DE LOS DISTRIBUIDORES DOBLES DE LAS LOCOMOTORAS 2-D-O "COMPOUND", DE CUATRO CILINDROS Y VAPOR RECALENTADO, SERIE 1.300, Y LOS DE LAS LOCOMOTORAS 2-C-1 ("PACIFIC"), TAMBIEN "COMPOUND", DE CUATRO CILINDROS Y RECALENTADOR; AMBAS DE LA COMPAÑIA DE FERROCARRILES DE M.-Z.-A.

Por D. LEONARDO VILLEGAS.

Señores Congresistas:

Cualquiera que no estuviese penetrado del espíritu liberal y españolísimo, ampliamente generoso, que ha presidido en la organización de este Congreso de Ingeniería, dispuesto a recoger y, a ser posible, pa-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

trocinar cualquier idea de progreso o de enseñanza, por modesta que ella sea, seguramente, se escandalizaría, por lo atrevido y osado del propósito, de que un hijo del trabajo, un simple fogonero, se atreviera a levantar su voz en esta asamblea, integrada por los elementos más prestigiosos de nuestra cultura patria.

Pero es tal la fe y confianza que cifro en vuestra benevolencia, y tal el deseo que tengo de contribuir con mi grano de arena a la reconstitución nacional, a que estos actos propenden, y a la que todos estamos obligados por deber de patriotismo, que ni siquiera la dificultad que encuentro para dar forma a mis pensamientos son obstáculo bastante a detener los impulsos de mi voluntad.

Heme decidido a traer este modesto trabajo de distribuidores dobles por ser materia poco extendida en España; pues únicamente los tienen las locomotoras "1.300" y "Pacific", de la Compañía de Ferrocarriles de M.-Z.-A., y están dando buenos resultados, tanto teóricos, como prácticos, el por qué suprimen el mecanismo de distribución de un grupo de cilindros, ya sea el de alta o baja presión; resultados que he podido comprobar en los varios años que llevo de práctica.

En las locomotoras "compound" de cuatro cilindros, se puede verificar la distribución del vapor en éstos de dos maneras distintas: con un distribuidor único por cilindro, ya sea aquél plano o cilíndrico, o con distribuidores dobles.

Estos distribuidores dobles están formados por cuatro pistones montados en un mismo vástago, que, con un solo mecanismo, rigen la distribución a un cilindro de alta y otro de baja presión. Como son cuatro cilindros, existen dos mecanismos de distribución que están conectados a un solo árbol y aparato de cambio de marcha, de modo que el maquinista no puede variar a voluntad la admisión del vapor en el grupo de alta o baja presión, como en las "compound" de distribuidores únicos, sino en ambos a la vez, en una relación constante, si no se aparta en mucho el índice de la regleta del cambio de marcha del punto usual de trabajo para el que ha sido calculada la distribución.

En estos tipos de locomotoras "compound" de vapor recalentado, los dos pistones que forman el distribuidor, que corresponde a un cilindro de AP, están fundidos en una sola pieza, siendo de admisión interna, o sea que verifican la admisión por aristas interiores y la evacuación o escape por aristas exteriores. El vapor recalentado afluye, como es consiguiente, a la parte interior del carrete que forma dicho distribuidor, y los recubrimientos exteriores, que llamaremos recubrimientos a la admisión, se sitúan del lado interior del distribuidor, situándose los recubrimientos interiores o de escape a la parte exterior del distribuidor.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Estos distribuidores de admisión interna lo usan todas las locomotoras de vapor recalentado, lo mismo las gemelas que las "compound", porque presentan las siguientes ventajas:

Como el vapor afluye al centro de la caja de vapor o cilindro donde se aloja el distribuidor, sufre menos pérdidas de temperatura que si tuviera su llegada a los extremos, como en los distribuidores de admisión externa, en los cuales baña el vapor los extremos y las tapas del cilindro distribuidor.

Facilitan a veces la instalación de los tubos de llegada y escape del vapor; por otra parte, las guarniciones de los vástagos de estos distribuidores, no separando más que la atmósfera y el vapor de escape, son mucho más simples (salvo en las cajas de vapor de los cilindros de alta presión de las máquinas "compound"), y pueden reemplazarse por un simple anillo. Es ésta una ventaja no despreciable, ya que las guarniciones que se emplean para el vapor recalentado son especiales, debido a la mucha fluidez de éste, por lo que las fugas son mucho más fáciles.

En los distribuidores cilíndricos que admiten por bordes o aristas exteriores, si no llevan contravástago, las presiones de ambas caras del distribuidor son desiguales, por ser la superficie en que actúa el vapor de la caldera por la parte del distribuidor que lleva el vástago algo menor que en la otra cara; esto será más de notar mientras más diámetro tenga el vástago de dicho distribuidor. En los de admisión interna, no es preciso que lleven contravástago, puesto que, actuando el vapor por el centro del distribuidor, se equilibran las presiones entre ambas caras interiores; no obstante, se acostumbra prolongar el vástago al otro lado del distribuidor para que vaya mejor guiado y no descanse sobre la superficie inferior de la camisa, desgastándola desigualmente.

El movimiento de estos distribuidores de admisión interna es opuestamente simétrico a los de admisión externa; por lo tanto, la excéntrica que gobierna un distribuidor de esta índole debe ir calada a 180° de su posición normal.

Se denomina avance lineal a la admisión de un distribuidor de admisión interna, la abertura que existe entre la arista interior del distribuidor y la arista interior de la lumbrera correspondiente, cuando el pistón se encuentra a fondo de curso, o sea, en punto muerto. Cuando estos distribuidores son gobernados por un mecanismo Walchaerts, como suele ocurrir en todas las máquinas modernas, este avance lineal es constante para cualquiera posición del taco en el sector.

El mecanismo Walchaerts sabido es que no tiene más que una sola excéntrica, acuñado su gran radio a 90° con el radio de la manivela motora, o sea, sin avance, reemplazada en la mayoría de los casos por

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

una contramanivela cuando el mecanismo va al exterior de la máquina. Esta contramanivela, que hace las veces de excéntrica, puede ser la de marcha adelante o la de marcha atrás, puesto que las dos son útiles para el gobierno de la distribución. La diferencia estriba en que si es la de marcha adelante, es conducido directamente el distribuidor por la excéntrica, mientras que si es la de marcha atrás, al hacer marchar la locomotora hacia adelante, que es la marcha más usada, hay que pasar el taco del sector hacia la otra rama, y entonces la distribución está más sujeta a variaciones.

En esta clase de distribuidores, gobernados por mecanismos de cambio de marcha Walchaerts, si la excéntrica va calada adelantada en 90° de la manivela motora, en el sentido de la marcha chimenea adelante de la locomotora, es la marcha atrás, y si va retrasada, es la marcha adelante; o para mayor claridad, la que es marcha adelante en una distribución corriente, pasa a ser de marcha atrás gobernando distribuidores de admisión interna, y la que es de marcha atrás, pasa a ser de marcha adelante.

Para conocer si una locomotora tiene distribuidores de admisión interna, no precisa ser muy experto en esta materia; si el mecanismo es Walchaerts, basta con observar que la palanca de avance es de segundo género, y si es otra clase de mecanismos con dos excéntricas, bástanos con colocar la manivela motora en punto muerto atrás, y si los grandes radios de las excéntricas están vueltos hacia la caja de fuego, o sea, que forman con la manivela un ángulo menor de 90°, el distribuidor (1) es de admisión interna.

Un distribuidor doble lo gobierna una sola excéntrica o contramanivela cuando el mecanismo es Walchaerts; pero tiene que reunir, lo mismo éste que los pistones-motores, las condiciones siguientes:

1.ª Los dos distribuidores que comprende un distribuidor doble, o sea, el de AP y el de BP, pueden ser de admisión interna; pero, para ello, tienen que estar situados los pistones-motores en cursos iguales; sistema que no es de aconsejar en la práctica por el mal equilibrio de los mecanismos.

2.ª El distribuidor de AP, de admisión interna; el de BP, de admisión externa, y los pistones-motores en cursos opuestos, máquina 1.300.

3.ª Los dos distribuidores de AP y BP pueden ser de admisión

(1) Hay que tener en cuenta que algunas locomotoras americanas tienen colocadas las excéntricas de esta última forma, por transmitirse el movimiento de dichas excéntricas al distribuidor por un balancín, puesto que éstas están colocadas interiormente, y las cajas de distribución son exteriores.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

interna; los pistones-motores, hallarse situados en cursos opuestos, y los conductos o lumbreras que conducen el vapor al cilindro de BP, cruzados; o, más bien dicho, la lumbrera correspondiente a la parte anterior del distribuidor de BP termina en la parte posterior del cilindro de BP, y la lumbrera correspondiente a la parte posterior del distribuidor BP termina en la parte anterior del cilindro.

4.ª Los distribuidores y pistones-motores, como en el caso anterior; pero las lumbreras cruzadas son las de AP, máquinas tipo "Pacific".

En estos dos últimos casos, van cruzados los conductos del grupo contrario al que lleva el gobierno de la distribución. En las máquinas tipo "Pacific" de la Compañía de M.-Z.-A., van cruzados los conductos de AP, por llevar el gobierno de la distribución el grupo de BP.

El porqué se puede gobernar una distribución doble con una sola excéntrica o contramanivela, es muy sencillo: Sea la manivela OM (fig. 1), correspondiente al cilindro de AP, cuyo CENTRO es O y la OM', correspondiente al cilindro BP: los dos pistones motores, como se ve para las manivelas motoras, están en cursos opuestos, y la excéntrica O*a*, correspondiente a la manivela de AP, si este grupo tiene el gobierno de la distribución, será para marchar en el sentido de la flecha, puesto que, como ya hemos visto, el distribuidor de AP es siempre de admisión interna. Ahora bien: esta excéntrica O*a* será, con respecto a la otra manivela, OM' de BP, para marchar en el mismo sentido de la flecha, si el distribuidor de BP admite por aristas exteriores:

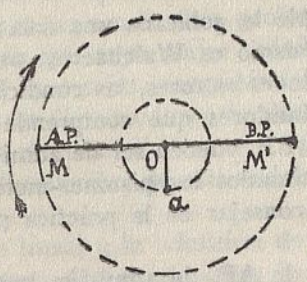


Fig. 1.

De esto se desprenden los tres últimos casos de los cuatro que ya expuse más arriba: o son los distribuidores de BP de admisión interna, o las lumbreras de AP o BP se encuentran cruzadas.

La figura 2 representa un cilindro de AP, y otro de BP, con sus correspondientes distribuidores de las locomotoras serie 1.300. Su funcionamiento es muy sencillo: el vapor procedente de la caldera afluye

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

a la parte interior del distribuidor A de AP por la lumbrera central y anular *a*, penetrando por la lumbrera *b*, puesto que dicho distribuidor está en la posición de avance lineal, a obrar sobre el pistón de AP, y el vapor de escape procedente del curso motor anterior será evacuado por la lumbrera *c*, según indican las flechas, al recipiente intermedio, que está formado por todo el volumen comprendido entre ambas tapas de los extremos de las camisas de los distribuidores de BP, pues todos los distribuidores son huecos, y el espacio *g* que rodea el bloque que lleva la camisa del distribuidor de AP; este vapor, que afluye al recipiente intermedio, es admitido al cilindro de baja por aristas exteriores de los distribuidores B de BP. Siguiendo las indicaciones de las flechas, se ve que el vapor, atravesando el distribuidor de BP de la izquierda es admitido por su arista exterior a la lumbrera *d*, a efectuar su trabajo sobre el pistón de BP, mientras que el vapor procedente del curso anterior sale por la otra lumbrera *e*, y por el borde interior del distribuidor de la derecha, es evacuado a la lumbrera *f'*, que, a su vez, lo evacua a la atmósfera.

En la figura 3 se detallan los cilindros de AP y BP del lado derecho de una locomotora tipo "Pacific", con sus correspondientes distribuidores de alta y baja presión. El camino que sigue el vapor procedente de la caldera, después de pasar por el recalentador, es el siguiente: tiene su llegada al distribuidor A de AP por la lumbrera central y anular *a*, penetrando por la lumbrera *b*, puesto que dicho distribuidor está en posición de avance lineal a obrar sobre el pistón de AP, que está en el extremo de su carrera en la parte de delante; el vapor de escape procedente del curso motor exterior escapará por la lumbrera C, siendo evacuado por la arista exterior de la derecha del distribuidor al recipiente intermedio, formado por todo el espacio que rodea el bloque que contiene la camisa, que forma la caja de distribución de AP, y siguiendo el camino indicado por las flechas, penetrará en la lumbrera *d*, admitido por la arista interior del distribuidor B de BP, que también está en la posición de avance lineal a obrar sobre el pistón de BP, que, como ya sabemos, es opuesto al de AP; el vapor de escape que procede del curso anterior saldrá por la lumbrera o conductor *f*, que ha descubierto el borde exterior del distribuidor C a los espacios *g*, y de éstos, al tubo de escape."

Por último, el Sr. SOTO leyó el siguiente trabajo:

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

"ESTUDIOS Y EXPERIENCIAS QUE FUERON EJECUTADAS EN LA FABRICA NACIONAL DE TOLEDO PARA IMPLANTAR EN ELLA LA NUEVA FABRICACION DE INSTRUMENTAL QUIRURGICO

Por D. MARIO SOTO, *Comandante de Artillería.*

Contiene este trabajo los estudios siguientes:

1.º Causas imperiosas que obligaron a realizar los estudios y experiencias necesarios para montar la nueva fabricación.

2.º Orden seguido en los estudios. Cómo fueron vencidas las dificultades de orden técnico e instalación de un Laboratorio metalográfico.

3.º Análisis y experiencias efectuados como trabajo previo, presentando al detalle los realizados para reproducir un forceps de dentista, determinando:

a) Elección del acero.
b) Tratamientos térmicos.
c) Pruebas mecánicas.
d) Estudios microfotográficos.
e) Temple y revenido.

4.º Experiencias relativas al instrumental de corte.

5.º Ensayos y pruebas del instrumental construído.

6.º Cómo se vencieron las dificultades de orden industrial.

7.º ¿Puede y debe la industria civil implantar esta fabricación en España?

8.º ¿Debe montarse una fábrica capaz de construir todo el material quirúrgico empleado en las clínicas operatorias?

Como conclusión se presenta el presupuesto de una pequeña fábrica, con capacidad suficiente para la construcción en serie de bisturís, cuchilletes, tijeras, pinzas y forceps de dentistas, en el que, con un importe total de capital invertido de 256.050 pesetas, se obtendría un beneficio del 17,50 por 100 anual."

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

ACTA DE LA SESION DEL DIA 20 DE NOVIEMBRE DE 1919

Se abre la sesión a las once menos diez de la mañana.

El Sr. LOPEZ SOLER expuso su gráfico de cálculo "Ju Lius", que—dice—puede substituir con ventaja a la regla corriente de cálculo, toda vez que equivale a una de éstas cuya longitud sea de cuatro metros. Dice así el trabajo del Sr. Soler:

"GRAFICO DE CALCULO "JU LIUS"

Por D. JUAN LÓPEZ Y SOLER, *Teniente Coronel de Estado Mayor.*

El fundamento, manejo y aproximación relativa de los gráficos "Ju Lius" es análogo al de una regla de cálculo que tuviera 4 m. de larga.

Forman su conjunto dos gráficos fundamentales, litografiados en cartulina, y cinco transparentes en papel vegetal.

El primer gráfico fundamental está constituído por una doble escala logarítmica, dividida en diez partes: la superior, con el módulo de 2 m., y la inferior, con el de 1 m.

El segundo gráfico fundamental lo constituyen dos escalas, ambas divididas en diez partes con el módulo de 1 metro, correspondiendo la superior a los senos sexagesimales y la inferior a tangentes sexagesimales.

Los cinco transparentes, con módulos de 1 y 2 m., corresponden: el primero, a un gráfico de números análogos al primero fundamental; el segundo, a uno de senos centesimales; el tercero, de senos y tangentes sexagesimales, es igual al segundo fundamental; el cuarto es un gráfico logarítmico, y el quinto, es taquimétrico.

Con los dos gráficos de números "fundamental" y "transparente", se pueden resolver problemas de multiplicación, división, operaciones de proporcionalidad, formación de tablas, potencias y raíces, logaritmos y antilogaritmos y sus múltiples combinaciones.

Combinando el gráfico fundamental de números con el de senos centesimales, se resuelven las operaciones en que entran arcos cente-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

simales, y se puede determinar el valor natural y logarítmico de toda clase de líneas trigonométricas centesimales.

El gráfico fundamental de números y el transparente de líneas trigonométricas se utilizarán para la división sexagesimal del arco, y el segundo gráfico fundamental, unido al transparente de líneas trigonométricas, sirve para resolver los problemas relacionados con la Trigonometría esférica.

Con el transparente correspondiente al gráfico logarítmico se pueden resolver las ecuaciones exponenciales y determinar los logaritmos de cualquier base, y con el taquimétrico todos los cálculos pertenecientes a la Taquimetría.

Complementan a estos gráficos otro de doce escalas paralelas que resuelven, en general, la fórmula $a^m\ b^n$, y se emplearán para convertir el tiempo en arco; la amplitud angular sexagesimal, en centesimal y en un gran número de operaciones que no necesiten gran aproximación.

La aproximación relativa que se obtiene con los gráficos es, generalmente, de 0,00025.

Les acompañan varias fórmulas, una colección de valores numéricos de uso frecuente y de algunas funciones, así como las principales equivalencias que reiteradamente se suelen presentar en los cálculos."

Acabado de explicar por el Sr. LOPEZ SOLER el funcionamiento de su gráfico, el Vicepresidente, Sr. GONZALEZ LLANA, después de felicitar al autor, hizo presente que, tratándose de un elemento de cálculo que podría interesar a todos los Ingenieros, se pondría en conocimiento de los de todas las especialidades; y a continuación dió lectura al trabajo de D. Miguel Sancho, asunto que no fué discutido, y cuyo contenido es el siguiente:

"TALLERES DE HERRAMENTAL MECANICO: SU FUNCIONAMIENTO Y DATOS PRACTICOS PARA SU INSTALACION

Por D. Miguel Sancho, *Capitán de Artillería.*

Próxima nuestra industria nacional a verse frente a frente de una competencia en los mercados con límites difíciles de prever, tanto en lo referente a calidad, cuanto en lo relativo al precio de sus productos manufacturados, de capital interés resulta para ello cuantos trabajos tiendan a beneficiar estos dos factores, que, por sí, integran el prestigio

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

y el negocio o rendimiento técnicoeconómico de rama tan importante de la riqueza del país.

Nada interesa tanto a las dos cualidades, calidad y precio de un producto, como la buena marcha técnica interior del establecimiento productor. Muchas de nuestras industrias han desarrollado su marcha hasta el día de una manera incompleta: Casas que construían tal o cual producto, no hacían de sus organismos más que pequeñas partes, limitándose a unir los construídos por otras. Y esta condición, que en tiempos pasados podía admitirse porque nuestras aspiraciones eran reducidas, alejaba de nosotros cada día más la posibilidad de presentar en buena lid nuestros productos ante los extranjeros.

Nuestros esfuerzos deben dirigirse, por lo tanto, a crear industrias cuya marcha sea lo más completa posible, teniendo para ello que estudiar en cada rama de aquéllas, dónde debe empezar y terminar su verdadera misión y los elementos con que debe contar para ello.

El fabricante de maquinaria-herramienta, por ejemplo, cuyo trabajo se ha desarrollado hasta la fecha en pequeñísima escala, debe, al intensificar su fabricación, construir todos los organismos que antes adquiría fabricados; debe fresar sus engranajes, cepillar sus bancadas, filetear sus husillos, etcétera; en una palabra, al pasar del trabajo actual al llamado en serie, ha de completar los elementos en cantidad suficiente para llenar sus necesidades, único medio de obtener beneficio en calidad y precio simultáneamente. Contará, pues, con las máquinas necesarias para su capacidad de elaboración, y éstas, con su herramental correspondiente.

Cuanto queda dicho para la fabricación de maquinaria-herramienta en serie, se puede generalizar a cuantas industrias metalúrgicas transformadoras trabajen en esta forma, como son en España las de automóviles, armería, grifería, etc., etc.

El herramental de las máquinas-herramientas constituye para el constructor la verdadera esencia de su fabricación: elemento casi siempre costoso, merece especial atención, no sólo por el constante recambio que precisa, traducido en un consumo mayor o menor, sino por el rendimiento que debe dar en el trabajo, dependiente en su mayor parte de la calidad. Estudiemos estas dos cualidades.

El recambio, o la substitución de una herramienta en los trabajos en serie, puede ser debido a las siguientes causas:

1.ª Al deterioro de sus cortes, debido al trabajo normal durante cierto tiempo, que acarrea pérdida de rendimiento y variación de su forma.

2.ª Por su mala calidad, que no permite exigirle la debida intensidad de trabajo desde su comienzo.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

3.ª Por variaciones introducidas en la fabricación, que exigen cambio de forma de cierta parte o de todo el herramental de sus máquinas.

4.ª Por rotura y deterioro prematuro debida a defectos en su manejo, bien por parte del obrero o de la máquina, o por la calidad anormal imprevista de la pieza que se trabaja.

El rendimiento mayor o menor de la herramienta depende:

1.º De la calidad de su primera materia y de su tratamiento.

2.º De su forma y afilado.

3.º De las condiciones de la máquina donde va colocada y de su manejo; y

4.º De la calidad de la pieza que se trabaja.

Analicemos las ocho conclusiones citadas que intervienen en el recambio o substitución de la herramienta de un taller y en el rendimiento de la misma.

El recambio, debido al deterioro natural, pocas consecuencias nos permite deducir; únicamente, la práctica nos ha indicado en las fabricaciones en serie la necesidad de sostener un "stock" de herramental mayor que el necesario para la producción normal del establecimiento. Esto es debido a que, bien por variaciones introducidas en los materiales, a veces imprevistas, bien por dificultades de adquisición, puede llegarse a un consumo mayor del calculado en el primer caso y en los dos al agotamiento del remanente normalmente disponible.

El mayor recambio por mala calidad de la herramienta únicamente la habremos de aminorar obteniendo ésta con las suficientes garantías de que su primera materia y tratamiento han sido los apropiados.

El recambio debido a variaciones introducidas en la fabricación claro está que se llevará a cabo por conveniencia de la misma, y esto llevará aparejado haber hecho con anticipación estudios experimentales y teóricos, siempre de importancia en el herramental, antes de proceder a su substitución; finalmente:

El recambio, debido a rotura o deterioro prematuro, no cabe disminuirlo sino disponiendo de las máquinas más apropiadas para cada operación, manejadas por obreros de reconocida aptitud.

Estudiando igualmente las condiciones que intervienen en el rendimiento del herramental, vemos:

Que éste será tanto mayor también, cuanto más se amolde al perfil y dureza de la superficie que ha de obtener en el trabajo, o, dicho de otro modo, cuanto más precisa sea su construcción.

Que del mismo modo obtendremos más rendimiento colocando el herramental en las máquinas apropiadas para cada operación con obreros inteligentes; y, finalmente,

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Que la calidad de la pieza que se ha de trabajar, relacionadísima con la del herramental, influirá notablemente en el trabajo útil que obtengamos.

Pues bien: no cabe dudar de las ventajas inmensas que reportará técnicamente la implantación de los talleres de herramientas en toda fabricación en serie. Tanta relación hay entre el trabajo en serie y la herramienta, que bajo la misma dirección sólo se concibe; por esto creemos fundamental que quien proyecta el primero proceda al estudio de la segunda; lo contrario será siempre llegar al final por rodeos y, por lo tanto, consumir tiempo y dinero inútilmente.

Por si lo anterior fuera poco para sentar como principio fundamental de la buena marcha de una industria en serie el que se fabrique su herramental, hay la poderosa razón del precio anormal que alcanza un producto en todo país donde apenas se elabora, siendo su consumo muy elevado; la importación cubre las necesidades del mercado, pero a costa de no pequeños sacrificios por parte del comprador.

Completa sería la resolución del problema si dispusiésemos de centros productores de aceros de herramientas nacionales; asunto que está ya en vías de llevarse a la práctica; pero aun sin disponer de la primera materia, representa una rémora para toda fabricación de las mencionadas no producir su herramental, como acabamos de decir, y nuestro modesto trabajo trata de facilitar datos y reglas para llevar a la práctica tan interesante asunto.

Las fábricas de material de guerra a cargo del Estado adquieren la materia prima, y fabrican su herramental obteniendo, no obstante, las grandes variedades de forma y su marcada precisión; resultados satisfactorios bajo el doble concepto de calidad y economía.

Cinco son los puntos que estudiamos en este escrito:

1.º Organización o marcha interior.
2.º Laboratarios.
3.º Primeras materias.
4.º Maquinaria; y
5.º Tratamientos térmicos.

Finalizaremos nuestra exposición con un proyecto de implantación de la fabricación que nos ocupa.

1.º—ORGANIZACIÓN

Refiriéndonos a toda industria que trabaje en serie y, por lo tanto, a aquellas en que cada operación que ha de sufrir el producto tiene asignada su máquina, dispuesta a su vez con cuantos elementos (soportes de presentación y amarre de la pieza, llamados por nosotros fichas, co-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

piadores, etc., etc.), requiere la rapidez que debe presidir la buena marcha, y determinadas las formas más adecuadas de las herramientas, así como el material más propio para cada una de ellas, deben pasar dibujadas y acotadas perfectamente a la Jefatura del taller y cifradas en igual forma que las operaciones que han de realizar. Por ejemplo: pieza denominada *P*, que tiene que sufrir en máquina nueve operaciones, para cada operación se llamará *P* y el número correlativo correspondiente, *P4*, será la cuarta operación que sufre la pieza *P*, y la herramienta correspondiente a esta operación llevará las mismas cifras *P4*, adicionada de la marca correspondiente a la calidad del acero que se ha de emplear en su construcción. *P4K* indicará, por lo tanto, la herramienta correspondiente a la cuarta operación de la pieza *P*, fabricada con acero de la clase *K*.

Archivados convenientemente en la oficina del taller los dibujos del herramental para llevar a efecto la construcción, bastará que los talleres de fabricación pasen sus pedidos al de herramientas, marcando taxativamente el número y marca de la que deseen.

Recibidas las órdenes de construcción debidamente autorizadas por la Dirección del centro fabril, se procederá por el Jefe del taller y personal del mismo a su construcción en la forma siguiente: Designado el operario que ha de comenzar la fabricación, se le entregará el dibujo acompañado del trozo de primera materia necesario y de una hoja impresa donde se hará constar el nombre de aquél, número de su máquina, peso del trozo de acero entregado y calidad representada por su marca, y la fecha y hora de la entrega.

Cada operario que con su máquina intervenga en la construcción de una herramienta hará entrega al capataz o maestro auxiliar de la pieza terminada en su máquina, el cual, notado que haya la hora de entrega, fecha y peso de la misma hoja, la pasará con ésta y el dibujo correspondiente al siguiente operario. Por este procedimiento se sabrá en todo momento la pérdida de peso sufrida, el peso útil obtenido y el tiempo invertido en cada operación y, por los totales, aquellos detalles referidos a la herramienta terminada, todo lo cual facilitará considerablemente su valoración, la de la mano de obra y el aforo seguro de la producción de nuestro taller.

Terminada la herramienta en su parte mecánica, resta sólo someterla a los tratamientos térmicos adecuados para obtener de ella el mayor rendimiento posible. Para esto pasará la herramienta debidamente marcada, como se ha dicho, a la sección de temple, acompañada de otra hoja en la que se anotará la fecha y hora de la entrega y la marca correspondiente, en donde, con arreglo a las instrucciones recibidas del

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Laboratorio químicomecánico, para cada clase y marca de acero se llevarán a la práctica los tratamientos térmicos necesarios.

Terminada la herramienta de tratamiento, será entregada de nuevo al capataz, quien la trasladará al Laboratorio para su debido reconocimiento. Dadas que sean por útiles por el Laboratorio, se entregarán, acompañadas de las correspondientes hojas, al personal encargado de la rectificación y afilado, cuyas operaciones terminadas, serán entregadas al maestro, para que, con su personal auxiliar, sean reconocidas de dimensiones y forma, decretando el Jefe a continuación su ingreso en el almacén.

Esta es la marcha seguida a grandes rasgos que la práctica nos ha aconsejado en la fabricación, y, como se ve, proporciona medios y datos para asegurar la buena marcha técnicoeconómica.

Punto importante de la organización es el ajuste de la mano de obra. Sobre este punto hay opiniones muy contradictorias; unos opinan y aducen razones para demostrar que lo mejor es el trabajo a jornal; otros, que el destajo se impone; desde luego, nuestra experiencia nos permite opinar que los dos sistemas y cualquiera intermedio entre ellos son buenos. El trabajo a jornal exige vigilancia más continuada sobre el personal y tenerle bien retribuído; el destajo permite menos retribución y más reconocimientos de la obra ejecutada; desde el punto de vista económico, no cabe dudar que lo más conveniente es lo segundo, sobre todo contando con personal a propósito desde el doble punto de vista de carácter y de aptitud. Claro está que nuestras observaciones no serán aplicables en todos los casos ni en todas las regiones sin variación; pero con ligeras modificaciones las podemos creer generalizar.

Dependiendo notablemente el rendimiento del tamaño de la materia bruta empleada, vamos a exponer el peor caso, o sea, aquel en que los materiales lleguen al taller en barra; es decir, sin cortar a dimensiones apropiadas ni con diámetros muy aproximados. Durante la campaña europea, hemos tenido que atravesar esta situación, y a ella nos referimos, por ser el caso más adverso.

Pues bien: fabricando todo género de herramental, y con no poco trabajo, hemos podido valorar las normas de fabricación por máquinas y los pesos útiles obtenidos, habiendo pagado a nuestros obreros, en unos casos, por kilogramos de merma producida, y en otros, por kilogramos de peso útil fabricado, obteniendo la satisfacción de aquéllos y una economía notable en el precio de la herramienta. Hemos podido valorar perfectamente el kilogramo de producto fabricado y aforar la producción de nuestro taller escrupulosamente.

Para nuestras observaciones, que, como se irá viendo en el trans-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

curso de este trabajo, han servido de fundamento para el movimiento técnicoeconómico del mismo, hemos partido de la clasificación de la herramienta construída.

Las herramientas se pueden agrupar en dos clases con relación a los elementos mecánicomanuales que intervienen en su construcción:

Primer grupo.—*A*) Herramientas que tienen la forma de sólidos de revolución, en cuya manufactura intervienen el torno, la fresadora, la rectificadora y afiladora.

B) Herramientas constituídas por sólidos de revolución, en cuya construcción interviene, además de los elementos anteriores, el ajuste a mano.

Segundo grupo.—Herramientas cuya forma no es de sólidos de revolución, interviniendo en su fabricación algunas veces la forja (contadísimas), y siempre las limadoras o garlopas y el ajuste a mano.

A) Nuestra experimentación está basada en la marcha de un taller cuya producción parcial de herramienta en peso, perteneciente a cada uno de los grupos citados, guarda la siguiente relación con el peso total de herramienta útil fabricada:

El peso de herramientas pertenecientes al primer grupo *A* es 0,548; el de las pertenecientes al mismo grupo, apartado *B*, es 0,274, y el de las pertenecientes al segundo grupo es 0,178 del peso total citado.

Ordinariamente, los talleres de herramental destinado a industrias de proceso similar presentarán siempre estas relaciones, o bien parecidas, debiendo, siempre que se vayan a aplicar nuestras conclusiones, tener en cuenta los nuevos valores de aquéllas, para modificar proporcionalmente los resultados que de ellas dependan.

Clasificadas así las herramientas, hemos observado durante largo tiempo la marcha del trabajo en máquina, habiendo deducido las siguientes consecuencias:

Para las herramientas del primer grupo *A*, cuyo proceso de fabricación en máquina pasa por los siguientes estados: material bruto, herramienta terminada de torno, ídem terminada de fresadora, ídem terminada de afilado o rectificado, o sea, herramienta terminada; llamando *X* al peso bruto de material empleado en la construcción de una herramienta, *Y* al peso útil de la obra terminada de torno, *Z* al peso de la pieza terminada de fresa, *H* la obra afilada y rectificada, y la merma experimentada al pasar del peso bruto a terminada de torno, *z* la merma de torno a fresa y *M* la merma de fresa a la herramienta terminada y rectificada, tenemos:

$Y = 0{,}558\ X$	$y = 0{,}442\ X$	$y + z + M =$ merma natural	
$Z = 0{,}384\ X$	$z = 0{,}174\ X$	$= 0{,}6175\ X$, o sea, 61,75 por	
$H = 0{,}3825\ X$	$M = 0{,}0015\ X$	100 del peso.	

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Para las herramientas del primer grupo *B*, cuyo proceso pasa por los estados siguientes: peso bruto, herramienta terminada de torno, ídem de fresadora, ídem de ajuste a mano, y afilada y rectificado o terminado, empleando además de las anotaciones anteriores acentuadas, *N* para representar el peso de la obra ajustada, y *A* la merma de material experimentada por dicha operación, tenemos:

$Y' = 0{,}558\ X'$ $\quad y' = 0{,}442\ X'$
$Z' = 0{,}384\ X'$ $\quad z' = 0{,}174\ X'$
$N = 0{,}359\ X'$ $\quad A = 0{,}025\ X'$
$H' = 0{,}3575\ X'$ $\quad M' = 0{,}0015\ X'$

$y' + z' + A + M' =$ merma natural $= 0{,}6425\ X'$ o sea, 64,25 por 100 del peso bruto.

En el herramental perteneciente al segundo grupo, cuya fabricación requiere desbastes y operaciones preparatorias en cepilladoras, taladros u otras máquinas, para pasar después al ajuste a mano y terminar con el afilado y rectificado, llamando *P* al peso de la pieza terminada de preparar en máquina, *N'* el peso de la misma terminada de ajuste a mano y *H''* el peso de la pieza afilada y rectificada, *R* la merma experimentada en la preparación, *K* la experimentada por ajuste a mano, y *T* la experimentada por afilado y rectificado, tendremos:

$P = 0{,}850\ X''$ $\quad R = 0{,}15\ X''$
$N' = 0{,}805\ X''$ $\quad K = 0{,}045\ X''$
$H'' = 0{,}800\ X''$ $\quad T = 0{,}005\ X''$

$R + K + T =$ merma natural $= 0{,}20\ X$, o sea, 20 por 100 del peso bruto.

Las anteriores igualdades relacionan los pesos parciales y totales con el peso bruto empleado, y con éste las mermas experimentadas en las distintas fases de la fabricación correspondientes a la obra útil obtenida; aparte de ellas, hay que considerar como complementarias las mermas por fabricación defectuosa que nuestra observación nos permite valorarlas como aproximadas a las cifras siguientes:

Primer grupo A (obra defectuosa)

Merma por torneo defectuoso:

$$C = 0{,}005\ X$$

Merma por fresado defectuoso:

$$F = 0{,}015 \quad Y = 0{,}015 \times 0{,}558\ X = 0{,}0083\ X$$

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Merma hasta el fresado inclusive:

$$G = C + F = 0{,}005\ X + 0{,}0083\ X = 0{,}0133\ X$$

Merma por afilado y rectificado:

$$J = 0{,}008\ Z = 0{,}008 \times 0{,}384\ X = 0{,}003\ X$$

I = merma hasta el afilado y rectificado inclusive: $C + F + J = G + J = 0{,}0133\ X + 0{,}003\ X = 0{,}0163\ X$, que equivale a 1,63 por 100 del peso bruto.

PRIMER GRUPO B (OBRA DEFECTUOSA)

Merma por torneo defectuoso:

$$C' = 0{,}005\ X'$$

Merma por fresado defectuoso:

$$F' = 0{,}015\ Y' = 0{,}0083\ X'$$

Merma hasta el fresado inclusive:

$$G' = C' + F' = 0{,}0133\ X'$$

Merma por ajuste a mano:

$$L = 0{,}009\ Z' = 0{,}009 \times 0{,}384\ X' = 0{,}0034\ X'$$

Merma hasta el ajuste inclusive:

$$E = C' + F' + L = 0{,}0133\ X'' + 0{,}0034\ X' = 0{,}0167\ X'$$

Merma por afilado y rectificado:

$$J' = 0{,}008\ N = 0{,}008 \times 0{,}359\ X' = 0{,}0028\ X'$$

Merma hasta el afilado inclusive:

$$I' = E + J' = 0{,}0167\ X' + 0{,}0028\ X' = 0{,}0195\ X'$$

La merma total equivale, pues, a 1,95 por 100 del peso bruto.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Segundo grupo (obra defectuosa).

Merma por preparación defectuosa a máquina:

$$R = 0{,}0092\ X''$$

Merma por ajuste a mano:

$$L' = 0{,}088\ P = 0{,}0074\ X''$$

Merma hasta el ajuste inclusive:

$$E = R + L' = 0{,}0092\ X'' + 0{,}0074\ X'' = 0{,}0166\ X$$

Merma por afilado y rectificado:

$$J'' = 0{,}0080\ N' = 0{,}008 \times 0{,}805\ X'' = 0{,}0064\ X''$$

Merma hasta el afilado inclusive:

$$I'' = E' + J'' = 0{,}0166\ X'' + 0{,}0064\ X'' = 0{,}0230\ X'',$$

que equivale al 2,3 por 100 del peso bruto.

Agregando al peso de la obra útil en sus distintas fases el de la inútil, o sea, la merma por fabricación defectuosa, tendremos la obra total relacionada con la primera materia necesaria para obtenerla.

Primer grupo A

Obra terminada de torno total:

$$W = Y + C = 0{,}558\ X + 0{,}005\ X = 0{,}563\ X = 56{,}3 \text{ por } 100\ X$$

Obra terminada fresa total:

$$A = Z + F = 0{,}384\ X + 0{,}0083\ X =$$

$$= 39{,}23 \text{ por } 100.$$

Obra terminada total:

$$D = H + J = 0{,}3825\ X + 0{,}003\ X = 0{,}3855\ X = 38{,}55 \text{ por } 100\ X$$

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

PRIMER GRUPO B

Obra terminada de torno total:

$$W' = Y' + C' = 0{,}558\ X' + 0{,}005\ X' = 0{,}563\ X' = 56{,}3 \text{ por } 100\ X'$$

Obra terminada de fresadora total:

$$A' = Z' + F' = 0{,}384\ X' + 0{,}0083\ X' = 0{,}3923\ X' = 39{,}23 \text{ por } 100\ X'$$

Obra terminada total de ajuste:

$$LL = N + L = 0{,}359\ X' + 0{,}0034\ X' = 0{,}3624\ X' = 36{,}24 \text{ por } 100\ X'$$

Obra terminada total:

$$D' = H' + J' = 0{,}3575\ X' + 0{,}0028\ X' = 0{,}3603\ X' = 36{,}03 \text{ por } 100\ X'$$

SEGUNDO GRUPO

Obra total terminada de preparación a máquina:

$$O = P + R = 0{,}850\ X'' + 0{,}0092\ X'' = 0{,}8592\ X'' = 85{,}92 \text{ por } 100\ X''$$

Obra total terminada de ajuste:

$$LL' = N' + L' = 0{,}805\ X'' + 0{,}0074\ X'' = 0{,}8124\ X'' =$$
$$= 81{,}24 \text{ por } 100$$

Obra total terminada:

$$D'' = H'' + J'' = 0{,}800\ X'' + 0{,}0064\ X'' = 0{,}8064\ X'' =$$
$$= 80{,}64 \text{ por } 100\ X''$$

Sumando las mermas naturales de fabricación en máquina, o sea, las pérdidas de material habidas al dar la debida forma a la herramienta con las experimentadas por descuido o ineptitud del obrero, o que podemos llamar herramienta inútil de máquina, tenemos relacionada la pérdida total de esta fabricación con el peso bruto de la primera materia empleada; relación de gran interés en la marcha de un taller de los que ocupan nuestra atención.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Así, tendremos:

Pérdida total en el primer grupo A:

$T = 0{,}6175\ X + 0{,}0163\ X = 0{,}6338\ X$, o sea, 63,38 por 100 del peso bruto empleado.

Pérdida total en el primer grupo B:

$T' = 0{,}6425\ X' + 0{,}0195\ X' = 0{,}6620\ X'$, o sea, 66,20 por 100 del peso bruto empleado.

Pérdida total en el segundo grupo:

$T'' = 0{,}20\ X'' + 0{,}0230\ X'' = 0{,}2230\ X''$, o sea, 22,30 por 100 del peso del material bruto empleado.

* * *

Por otro lado, examinando durante largo período de tiempo el trabajo diario de cada máquina de las que integran un taller de herramientas, hemos podido promediar su producción durante un año laboral de cincuenta y dos semanas de seis días de trabajo, o sean, trescientos doce días, en la forma que sigue:

TORNOS

La producción útil de un torno anual es, según nos ha indicado la práctica:

157,5 K. de herramienta útil del primer grupo A.
84,2 K. de ídem del íd. B.

Total, 241,7 K.
Como el valor del peso bruto empleado será:

$157{,}5 = Y = 0{,}558\ X \quad X = 282{,}2$ K., primer grupo A.
$84{,}2 = Y' = 0{,}558\ X' \quad X' = 150{,}8$ K. ídem B.

Total materia bruta necesaria, 433,0 K. por torno para la obra reconocida útil.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

La merma de fabricación defectuosa será:

$C = 0{,}005\ X = 0{,}005 \times 282{,}2 = 1{,}41$ K., primer grupo A.
$C' = 0{,}005\ X' = 0{,}005 \times 150{,}8 = 0{,}754$ K., ídem B.

Total herramienta, 2,164 K. por torno para fabricación inútil.
La producción total será, pues, $= 241{,}7 + 2{,}164 = 243{,}864$ K.
Y el peso bruto de que habrá que partir será:

$157{,}5 + 1{,}41 = 158{,}91 = 0{,}558\ X \quad X = 284{,}7$, primer grupo A.
$84{,}2 + 0{,}754 = 84{,}954 = 0{,}558\ X' \quad X' = 152{,}2$, ídem B.

Materia bruta total, 436,9 Kg.

FRESADORAS

La producción útil anual de una fresadora es de:

171,6 K. de herramienta del primer grupo A.
91,8 K. de ídem del íd. B.

Total, 263,4 K.
El peso bruto necesario para esta obra útil será:

$Z = 171{,}6 = 0{,}384\ X \quad X = 446{,}0$, primer grupo A.
$Z' = 91{,}8 = 0{,}384\ X' \quad X' = 239{,}0$, ídem B.

Total peso bruto, 685,0 K. para la obra útil.
La obra defectuosa será:

$G = 0{,}0083\ X = 0{,}0083 \times 446{,}0 = 3{,}7$ K., primer grupo A.
$G' = 0{,}0133\ X' = 0{,}0133 \times 239{,}0 = 3{,}17$ K., ídem B.

Total, 6,87 K. de obra defectuosa entre torno y fresa.
Total producción:

$171{,}6 + 3{,}70 = 175{,}3$, primer grupo A.
$91{,}8 + 3{,}17 = 94{,}97$, ídem B.

El peso bruto necesario para obra útil e inútil será:

$171{,}6 + 3{,}7 = 175{,}3 = 0{,}384\ X \quad X = 456$ K.
$91{,}8 + 3{,}17 = 94{,}97 = 0{,}384\ X' \quad X' = 247$ K.

Total materia bruta necesaria, 703 K.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

AFILADORAS Y RECTIFICADORAS

La producción anual por máquina es:

H = 157,5 K. para el primer grupo A.
H' = 78,9 K. para el ídem B.
V = 51,2 K. para el segundo grupo.

Producción útil total, 287,6 K.
El peso bruto necesario para esta obra útil será de:

157,5 = 0,3825 X X = 411,8
78,9 = 0,3575 X' X' = 220,0
51,2 = 0,800 X'' X'' = 64,0

Total peso bruto, 695,8 K.
La merma de fabricación en obra útil hasta el afilado inclusive será:

I = 0,0163 X = 0,0163 × 411,8 = 6,71, primer grupo A.
I' = 0,0195 X' = 0,0195 × 220,0 = 4,29, ídem B.
I'' = 0,0230 X'' = 0,0230 × 64,0 = 1,47, segundo grupo.

Total, 12,47 K.
El peso bruto total necesario será por máquina:

164,21 = 157,5 + 6,71 = 0,3825 X X = 429,8
83,19 = 78,9 + 4,29 = 0,3575 X' X' = 232,7
52,67 = 51,2 + 1,47 = 0,800 X'' X'' = 65,8

Total, 728,3 K.

MAQUINAS PREPARATORIAS

La producción media de cada máquina es de:

P = 89,4 K. de herramienta útil del segundo grupo.

El peso bruto necesario es de:

P = 89,4 = 0,85 X'' X'' = 105,1 K.

La producción defectuosa por máquina será:

R = 0,0092 X'' = 0,0092 × 105,1 = 0,96 K.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

La producción total será:

$$89{,}4 + 0{,}96 = 90{,}36 \text{ K.}$$

El peso bruto total necesario será:

$$90{,}36 = 0{,}85\ X'' \qquad X'' = 106{,}3 \text{ K.}$$

AJUSTE A MANO

La producción por ajustador es de:
N = 87,5 K. de obra útil del primer grupo B.
N' = 56,6 K. de obra útil del segundo grupo.
El peso bruto correspondiente será:

$$87{,}5 = 0{,}359\ X' \qquad X' = 243{,}8 \text{ K.}$$
$$56{,}6 = 0{,}805\ X'' \qquad X'' = 70{,}2 \text{ K.}$$

Total peso bruto para obra útil, 314,0 K.
La obra defectuosa será:

$$E = 0{,}0167\ X' = 0{,}0167 \times 243{,}8 = 4{,}07$$
$$E' = 0{,}0166\ X'' = 0{,}0166 \times 70{,}2 = 1{,}16$$

Total obra defectuosa, será 5,23 K.
La producción total por ajustador será:

$$87{,}5 + 4{,}07 = 91{,}57 \text{ K. de herramienta, primer grupo B.}$$
$$56{,}6 + 1{,}16 = 57{,}76 \text{ K. de ídem, segundo grupo.}$$

Total, 149,33 K.
Y el peso bruto de que habrá que partir será:

$$91{,}57 = 0{,}359\ X' \qquad X' = 255 \text{ K.}$$
$$57{,}76 = 0{,}805\ X'' \qquad X'' = 71{,}7 \text{ K.}$$

Total, 326,7 K.

Una vez conocidas las relaciones anteriores, podemos establecer relación entre el número de elementos de cada clase que debe montar un taller para que su trabajo no sufra detenciones y su marcha sea equilibrada.

Por ejemplo: examinando el primer grupo, la producción de una fresadora total, o sea, entre obra útil e inútil, hemos visto que es de 270,27 Kg.; necesitaremos para producirla partir de una obra útil de torno que será igual a 270,27, más la merma natural de fabricación.

Para esto sabemos que la materia bruta necesaria para obtener los

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

270,27 K. de obra fresada, es 703 Kg.; como la merma de torno a fresadora está dada por la fórmula $z = 0{,}174\ X$, tendremos:

$$z = 0{,}174 \times 703 = 122{,}32 \text{ K.}$$

cantidad que, sumada a los 270,27, nos da, como obra de torno necesaria útil: $270{,}27 + 122{,}32 = 392{,}59$ K.

Como un torno no produce más que 241,7 Kg., será preciso montar por cada máquina de fresar 1,6 tornos.

Cada máquina de fresar produce:

164,21 K. de obra del primer grupo A.
83,19 K. de ídem del íd. B.
52,67 K. de ídem del segundo grupo.

Por consiguiente, necesitaremos de obra fresada, en el primer caso:

$$164{,}21 + 0{,}0015 \times 429{,}8 = 170{,}65,$$

y en los otros dos, obra ajustada:

$$83{,}19 + 0{,}0015 \times 232{,}7 = 83{,}53$$
$$52{,}67 + 0{,}005 \times 65{,}7 = 52{,}99$$

Total, 136,52 de obra ajustada.

Como cada ajustador produce 149,33 K., necesitaremos 0,68 de ajustador por afiladora o rectificadora.

Respecto de las máquinas de fresar necesarias, tenemos que atenernos a dos puntos:

1.° La obra fresada pasa a ser afilada (prescindimos de los tratamientos térmicos en esta parte) en el primer grupo A; pero en el primer grupo B, pasa a ser ajustada; por lo tanto, aquellas máquinas guardarán estrecha relación con los ajustadores y afiladoras en la forma siguiente:

2.° Un ajustador produce del primer grupo B 91,57 K., necesitando para ello una cantidad de obra fresada útil representada por $91{,}57 + 0{,}174\ X'$; y como $X' = 255$ K., dicha cantidad será igual a 135,94; como una fresadora produce 270,27 K., de ellos 175,3 que han de ser afilados y 94,97 K. que han de ser ajustados, y precisamos para las limadoras 170,65, y para los ajustadores 135,94, instalaremos 0,9 fresadoras por afiladora y rectificadora y 1,4 fresadoras por ajustador.

De otra manera: resumiendo cuanto acabamos de decir respecto de las fresadoras, vemos que por rectificadora corresponde 0,9 de estas máquinas, por un lado, y por ajustador, 1,4; mas como por recti-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

ficadora corresponde por otro lado 0,68 de ajustador, o, recíprocamente, por ajustador corresponde 1,47 rectificadoras, llegamos a obtener relacionadas aquellas máquinas con las de afilar y rectificar. Así montaremos 0,9 + 1,4 fresadoras = 2,3 por 1 + 1,47 máquinas de rectificar = 2,47, o sea, 0,93 de las primeras por máquina de las últimas.

Pasando a las máquinas preparatorias de la herramienta del segundo grupo, y descripto ya el correspondiente proceso de fabricación, vemos que deben guardar estrecha relación con los ajustadores, como indicamos a continuación:

Cada ajustador produce 57,76 K. de herramienta de aquel grupo. La merma natural de fabricación es K = 0,45 X, y como X = 71,7, K = 3,22. Por lo tanto, precisará 57,76 + 3,22 K. = 60,98 K. de obra preparada en máquina para realizar la labor del segundo grupo, que le hemos asignado. Como cada máquina preparatoria produce 90,36 K., necesitamos por ajustador 0,67 de máquina de aquella clase.

Finalmente, el número de rectificadoras y afiladoras se deducirá partiendo de la producción que asignemos al taller.

Queda, pues, sentado que, para que un taller de herramental marche equilibrado, deberá contar con los siguientes elementos mecánico-manuales:

1.° Las rectificadoras y afiladoras necesarias para la producción con arreglo a la labor asignada a cada una de estas máquinas.
2.° 0,68 de ajustador por máquina de afilar o rectificar.
3.° 0,67 de máquina preparatoria por ajustador.
4.° 0,93 de máquina fresadora por afiladora o rectificadora.
5.° 1,6 tornos por máquina de fresar.

2.°—LABORATORIOS

Son de precisión indudable, tanto el químico, como el mecánico. Por el laboratorio químico, apenas recibida una oferta de materias, debe analizarse; de su composición deducir su utilidad o inutilidad para la fabricación de herramienta; dada su utilidad, se debe determinar el tratamiento térmico más adecuado con arreglo a su composición, las instrucciones recibidas del abastecedor y el trabajo que ha de realizar una vez hecha la herramienta.

El procedimiento más práctico a seguir es el siguiente:

Del material que se trata de reconocer para destinarlo a una cierta clase de herramientas se hace una de ellas; con arreglo a las instrucciones citadas anteriormente (composición química, puntos críticos, etcétera, etc.), se recuece y templa a las temperaturas más apropiadas, empleando como refrigerante el medio que más convenga. Los ante-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

riores detalles se anotan convenientemente. Esta herramienta se pone en el trabajo que ha de realizar, y si a juicio del personal técnico y práctico del taller donde se lleva a efecto aquél, da resultado satisfactorio, se considera el tratamiento dado como bueno para esta clase de acero y herramienta. La herramienta preparada convenientemente se somete a las pruebas del escleroscopo de choque. Los números de dureza indicados por el aparato, así como la composición del acero y los detalles que puntualicen el tratamiento, se anotan en una etiqueta encabezada por la marca que designemos a este acero, así como la de la herramienta. Herramienta y etiqueta unidas quedan archivadas en el Laboratorio. Si el resultado de la primera experiencia no fuera satisfactorio, o la pieza rompiese, etc., etc., se realizará nueva experiencia con tratamientos distintos (temple más suave, doble temple, temple interrumpido, ídem en baño de sales, etc., etc.), hasta obtener el resultado que satisfaga las exigencias del trabajo a realizar con la herramienta.

Determinado el tratamiento apropiado y acordada la marca que se ha de poner al acero en cuestión, se pasará nota de ella al almacén de primeras materias para que, reproducida en los trozos de material que salgan de aquella partida para ser elaborados, indiquen en todo momento cuantos datos con ella están relacionados.

Igualmente se pasará nota de la marcha dicha a la sección de temple, indicando a su vez el tratamiento descrito con todo detalle, que habrá que seguir con cuantas herramientas presenten grabada la marca acordada.

El anterior procedimiento asegura el éxito en el temple, que de otra manera representa una merma considerable, traducida en una pérdida de gran importancia.

La misión del laboratorio no termina aquí; pues, además de lo ya citado, tiene que realizar la contrastación diaria de los resultados, o sea, reconocer la herramienta templada, para decretar su utilidad o inutilidad respecto de esta operación, o el nuevo tratamiento que haya que darle para corregir los defectos que tuviese.

Para esto, una vez recibida la tarea diaria de la sección de temple, comprueba con las máquinas citadas si los números de dureza de cada herramienta son los correspondientes a los resultados obtenidos con la pieza experimental, que, como hemos dicho, quedaron archivados en esta dependencia, procediendo según este reconocimiento en consecuencia.

Como punto de comparación para una fabricación nueva que se establezca, pueden servir los siguientes datos de nuestro laboratorio:

Para trabajar sobre aceros al Si de composición C = 0,50 Si = 0,35

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Mn = 0,55 Ph < 0,06 S < 0,05, cuyas características son R = 86 K E = 62 K A = 15 por 100, con velocidades de corte de 535 mm. y de alimentación de 0,15 mm., o arrancando 0,258 gramos de material por segundo, hemos precisado emplear herramientas con un tratamiento adecuado (se describirá el tratamiento al temple) para conseguir 75 de *n°* de dureza escleroscópica.

Sobre aceros de composición C = 0,30 Si = 0,15 Mn = 0,55 Ph < 0,06 y S < 0,05 de características R = 50 K E = 35 A = 25 por 100, con velocidades de corte de 166 mm. y de alimentación de 0,15 mm. y arrancando 0,393 gramos de materias por segundo, hemos precisado herramientas que con tratamiento adecuado diesen de *n°* de dureza escleroscópica 69.

Finalmente, trabajando aceros de composición de Si = 0,15 C = 0,20 Mn = 0,55 Ph < 0,06 S < 0,05 de características de R = 45 K. E = 30 y A = 28 por 100, con velocidades de corte de 212 mm. de alimentación de 0,20 mm. y arrancando 0,448 gramos de material por segundo, hemos precisado herramientas que, tratadas convenientemente, diesen 80 de *n°* de dureza escleroscópica.

Otros datos podríamos copiar, pero lo consideramos innecesario.

3.°—PRIMERAS MATERIAS

La adquisición de primeras materias ha de realizarse con una elección detenidísima: primero, en cuanto a composición química de ellas, y segundo, en lo referente a forma, dimensiones y cantidad. No olvidando nunca que su precio es elevado, debe atenderse con especial cuidado a que las mermas de la fabricación, por todos conceptos, sean las menores posibles.

Gran diversidad de materiales se emplean en la fabricación de herramientas:

1.° *Aceros al carbono,* cuyos componentes son los de un acero ordinario, pero muy puros; éstos son los vulgarmente llamados en el comercio *acero de herramientas* o *aceros fundidos.* Su composición es de C de 0,5 a 2,0 por 100, Mn de 0,2 a 15 por 100, Si 0,15 a 0,5 por 100, y pequeñísimas cantidades de Ph y S. Son obtenidos, para conseguir su pureza, por medio del crisol, recibiendo por esto la denominación de fundidos.

2.° *Aceros especiales.*—Estos son los que llevan en su composición el Cr, el Wf, el Ti, el Ni y el Va, o varios de ellos, recibiendo algunos de los especiales que nos ocupan la denominación de rápidos o de corte rápido.

En la actualidad, por facilidades de tratamiento y por exigencias

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

de los trabajos que han de realizar las herramientas, se han generalizado estos últimos, no empleándose aceros con Cr en la fabricación que nos ocupa más que con proporción de este cuerpo que no pase del 5 por 100, siendo ordinariamente de 2,5 y no menor nunca de 1 por 100.

Para corregir la gran fragilidad que comunica a los aceros al Cr, aun en las dosis anteriores, se les suele adicionar Ni, el cual aumenta la tenacidad, sobre todo en estado natural, no siendo tan sensible éste sus efectos en el temple; sin embargo, el empleo de aceros Cr — Ni es cada día más restringido por la dificultad de su tratamiento. La proporción mayor de Ni que suelen llevar es de 5 por 100.

Igualmente que el Ni, el Va comunica a los aceros una gran tenacidad, que perdura después del temple, por lo que se adiciona este cuerpo en proporción de 0,8 a 1 por 100.

Los aceros rápidos o de corte rápido, de uso generalísimo, hoy en día, requieren llevar en su composición el tungsteno o el titano, con algo de Cr. Estos cuerpos comunican gran dureza al acero, manifestada especialmente en su superficie, sin proporcionarle la fragilidad tan perjudicial que le comunica el cromo en alta dosis, por lo cual su tratamiento es más sencillo.

De dos clases se emplean en la construcción de herramientas: unos, llamados semirrápidos, cuya proporción de tungsteno o titano varía de 2 a 6 por 100, y los llamados rápidos, que contienen siempre de 10 a 18 por 100 de aquellos cuerpos, y cantidades pequeñas de cromo, que suelen oscilar, como hemos dicho, del 1 al 5 por 100. La proporción menor de 2 por 100 de los primeros sólo les comunica dureza al estado natural, por lo que hay que desistir de emplearlos con ésta o menor dosis.

A pesar de no comunicar tanta fragilidad al acero estos cuerpos en altas dosis como el Cr, al estado de temple también le restan tenacidad, por lo que son indicados para operaciones sin choque, sobre todo cuanto llevan el Cr en la proporción más elevada.

En cuanto a dimensiones y forma se refiere, el encargado de un taller de herramientas ha de mirar siempre, al elegir una dimensión, que sea la que menos merma experimente al fabricar la herramienta. Por esto, trabajando en normalidad, los trozos han de venir cortados, para cada herramienta, del establecimiento productor; condición que, si bien recarga el precio, es en cantidad insignificante, si se compara con el valor del aserrado y la pérdida consiguiente en viruta y extremos de barra. Los perfiles circulares, si bien son los que más se ajustan a nuestras prescripciones para la fabricación de herramientas del primer grupo, tienen, en cambio, el inconveniente de que por la facilidad en el laminado, la operación de *tumbarse a rodar* el redondo, pre-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

sentan con frecuencia plegaduras en su masa que impiden aplicarlos al diámetro útil para que se adquirieron y, por lo tanto, al dedicarlos a herramientas de diámetro menor, nos han de dar una merma en viruta considerable y desproporcionada. Por esto no representa pérdida de dinero al hacer la adquisición de estos materiales cuando se trata de perfiles de gran diámetro torneados en desbaste al diámetro mayor de la herramienta con ligero aumento.

Para buriles y, en general, para herramientas del segundo grupo, los perfiles cuadrados o de sección rectangular son los indicados, habiendo empleado nosotros, por la economía de peso muerto que representan, los perfiles triangulares y los elípticos.

No pudiendo disponer de materiales de dimensiones apropiadas, puede conseguirse disminuir la merma natural aproximándolos a las debidas por estampado o forja en caliente; pero antes de recurrir a este procedimiento, precisa convencerse de que el acero, con el tratamiento, no pierde sus condiciones, como sucede con los aceros que llevan Cr y Tgo.

En nuestra fabricación, empleamos con éxito aceros de la siguiente composición, que puede servir de base en cada uno de los casos:

Aceros ordinarios al carbono o aceros fundidos de herramientas:

Composición:

C = 0,8 a 1,2 por 100 Si = 0,15 por 100 Mn = 1 por 100 Ph < 0,01 S < 0,01.

De esta clase, el promedio del consumo es 33 por 100 del total.

Aceros semirrápidos:

Composición:

Tungsteno, 5 por 100; cromo, 1,8 por 100; níquel, 4,5 por 100; carbono, 0,45 a 0,50.

El consumo de esta clase es el 22 por 100 del total.

Aceros rápidos:

Composición:

Tungsteno, 18 por 100; vanadio, 0,60 por 100; cromo, 3 por 100 al 5 por 100; carbono, 0,36 a 0,37, consumiéndose el 45 por 100 de la totalidad empleada.

Respecto de perfiles, se usan los más variados, tratando de adquirir en la actualidad los aceros en trozos cortados para cada herramienta mediante un recargo en el precio, pequeñísimo.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

4.°—MAQUINARIA

Tratándose de una fabricación entre cuyas normas principales está la precisión, se sobrentiende que entre sus máquinas ha de contar con parte de ellas que reúnan condiciones para alcanzarla, refiriéndose esta precisión a todas sus dimensiones, y, por lo tanto, a la exactitud de los perfiles y forma: en sus máquinas ha de haber elementos que faciliten su obtención rigurosa; teniendo que atravesar el producto por un período preparatorio, siempre poco preciso, indispensable será contar con maquinaria rápida que aminore cuanto sea posible el tiempo empleado en el citado período. Habremos de contar en un taller de herramientas con cuantas máquinas especiales se precisen para determinados usos, así como necesitaremos, para obtener la alta precisión en las medidas definitivas de piezas altamente duras, contar con máquinas que arranquen el material en cantidades infinitesimales; único medio de obtener aquéllas con errores también pequeñísimos.

Complemento de lo anterior para la buena marcha técnica del taller, es la sección de aparatos de medición y reconocimiento, plantillaje, etcétera, cuyos elementos deberán ser siempre objeto de esmeradísimo cuidado.

Mirando la forma de la herramienta en general, y que hemos clasificado con anterioridad en tres clases, sacamos consecuencias de importancia para la elección de nuestra maquinaria.

Teniendo en cuenta las tres clases de herramienta que nos indican, la maquinaria necesaria bajo uno de sus aspectos y las condiciones anteriormente citadas que nos la puntualizan desde el punto de vista de la precisión, podemos citar la que debe integrar el taller.

Fabricando las tres clases de herramienta de nuestra clasificación, y en las proporciones allí citadas, necesitaremos:

1.° *Tornos.*—El 30 por 100 de los instalados deben ser de los llamados rápidos para desbastar, el 10 por 100 de tornos-revólver y el 60 por 100 de precisión con portacopiador, movimientos automáticos, cabezal taladrado con pinza de sujeción rápida, contrapunto con desplazamientos de corrección y carrillo portaherramienta, con corrección de altura, elementos de cilindrar, roscar, etc., etc.

2.° *Fresadoras.*—El 8 por 100 de horizontales, el 8 por 100 de verticales, el 68 por 100 de universales y el 16 por 100 de copiadoras a mano y automáticas. Deben contar con aparato divisor, contrapunto de precisión, mesa universal y movimientos automáticos.

3.° *Otras máquinas.*—El 12,5 por 100 de cepillos verticales, el

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

37,5 por 100 de limadoras horizontales de mediano y pequeño curso, el 25 por 100 de taladros, fuertes y sensitivos, y máquinas para dar el perfil constante a las fresas, el 25,5 por 100.

4.º *Rectificadoras y afiladoras.*—De la totalidad instalada, el 15 por 100 deben ser horizontales; universales de rectificar, el 30 por 100; afiladoras horizontales, el 15 por 100; rectificadoras de agujeros mandrinados, el 15 por 100; y el 25 por 100 de afiladoras de brocas y barrenas y de afiladoras-copiadoras para herramientas de perfil curvo sinuoso.

Completan la instalación las sierras mecánicas para metales.

Elementos de ajustador, tornos de banco y herramienta manual, la correspondiente al número de ajustadores.

Aparatos de medición, plantillas, contraplantillas y compases de todas clases.

La anterior distribución en tanto por ciento de cada clase de máquinas dentro de su grupo, unida a la producción de cada una de ellas, que hemos dado con anterioridad, nos dan el medio de proyectar la maquinaria necesaria para un taller, si se trata de conseguir una producción determinada, y recíprocamente, vistos los elementos de un taller, aforar su producción en peso y clase de herramientas.

Claro que al hablar de un taller de herramientas se considera su producción, en general, fabricando todo género de herramientas mecánicas, sencillas y complicadas de forma y de poco y gran peso; la marcha indicada no se puede aplicar para una sola clase de herramienta, sino, como decimos, en general.

Por ejemplo: se tratan de fabricar a falta de temple 3.744 K. de herramienta anual, de los cuales el 54,8 por 100, o sean, 2.052 K. pertenecen al primer grupo A, el 27,4 por 100, o sean, 1.026 K. al primer grupo B y el 17,8 por 100, o sean, 666 K. del segundo grupo.

Para ver la maquinaria que necesitamos para obtener los pesos de herramienta terminada citados, hacemos aplicación de cuanto llevamos dicho.

Del primer grupo A:

Los 2.052 K. de obra útil = H = 0,3825 X X = 5.364 K.

A esto habrá que sumar la materia bruta necesaria para hacer la obra defectuosa, que es 0,0163 X = 87 K.

De modo que será preciso partir de 5.364 + 87 = 5.451 K. de acero bruto.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Del primer grupo B:

Los 1.026 K. de obra útil = $H' = 0{,}3575\ X'$ $X' = 2.869$ K.
La materia prima para la obra defectuosa será $0{,}0195\ X' = 55$ K.
Será preciso partir de $2.869 + 55 = 2.924$ K. de acero bruto.

Para el segundo grupo:

Los 666 K. = $H'' = 0{,}800\ X''$ $X'' = 832$ K.
Por obra defectuosa, $0{,}0166\ X'' = 13$.
Será preciso partir de $832 + 13 = 845$ K. de acero bruto.

Del primer grupo A habrá que elaborar de torno:

$$W = 0{,}558\ X + 0{,}005\ X = 0{,}563 \times 5.451 = 3.068 \text{ K.}$$

Del primer grupo B habrá que elaborar:

$$W' = 0{,}558\ X' + 0{,}005\ X' = 0{,}563 \times 2{,}924 \text{ K.} = 1.646 \text{ K.}$$

Total de obra de torno necesaria:

$$3.068 + 1.646 = 4.714 \text{ K. de útil e inútil.}$$

Como un torno produce 243,8; despreciando la fracción, como hemos hecho con los K. necesarios, precisaremos instalar diez y nueve tornos.

De estos diez y nueve tornos, serán, según hemos dicho, seis rápidos, dos revólver y once de precisión.

Del primer grupo A habrá que elaborar de fresa (obra fresada):

$$A = 0{,}384\ X + 0{,}0083\ X = 0{,}3923\ X = 0{,}3923 \times 5.451 = 2.138.$$

Del primer grupo B habrá que elaborar de fresa:

$$A' = 0{,}3923\ X' = 0{,}3923 \times 2.964 \text{ K.} = 1.162.$$

Total de obra necesaria terminada de fresadora:

$$2.138 + 1.162 = 3.300 \text{ K.}$$

Como una fresadora produce 270 K., nos harán falta doce fresadoras, de las cuales una será horizontal, una vertical, ocho universales y dos copiadoras.

Para el segundo grupo nos hará falta preparada de máquina:

$$0 = 0{,}8592\ X'' = 0{,}8592 \times 845 = 726 \text{ K.}$$

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Como cada máquina produce 90 K., nos hará falta instalar ocho máquinas preparatorias, de las cuales una será cepilladora vertical, tres cepilladoras horizontales, dos taladros y dos máquinas especiales.

Para finalizar el montaje de máquinas, réstanos determinar el número de afiladoras y rectificadoras necesario.

Para esto seguiremos igual camino.

La obra terminada total del primer grupo A será:

$$D = 0{,}3855 \times 5.451 = 2.101 \text{ K.}$$

La obra terminada necesaria del primer grupo B será:

$$D' = 0{,}3603 \times 2.924 = 1.053 \text{ K.}$$

La obra terminada del segundo grupo será:

$$D'' = 0{,}8064 \times 845 = 681 \text{ K.}$$

En total: para obtener la obra útil propuesta, tendremos que afilar o rectificar $2.101 + 1.053 + 681 = 3.835$.

Como una rectificadora o afiladora produce 300 K., nos hará falta montar 12,7, o sean, trece máquinas, que serán de las clases siguientes, según tenemos dicho con anterioridad:

Dos rectificadoras horizontales, tres afiladoras horizontales, dos rectificadoras de agujeros, dos afiladoras de brocas y barrenas y cuatro afiladoras-copiadoras.

Réstanos, para completar nuestro taller, determinar el número de ajustadores necesario.

Del primer grupo B necesitaremos disponer de una obra ajustada dada por la fórmula:

$$LL = 0{,}3624\ X' = 0{,}3624 \times 2.924 = 1.058 \text{ K.}$$

Del segundo grupo:

$$LL' = 0{,}8124\ X'' = 0{,}8124 \times 845 = 686 \text{ K.}$$

Total: tendremos que ajustar $1.058 + 686 = 1.744$ K.

Como cada ajustador produce 149 K., necesitaremos 11,7 ajustadores, o sean, 12 con sus correspondientes tornillos de banco.

En resumen: para producir 3.744 K. de herramienta útil, necesitamos diez y nueve tornos, doce fresadoras, ocho máquinas preparatorias, trece afiladoras y recticadoras y doce ajustadores.

No expresamos las características de las máquinas que acabamos de citar por ser muy amplias y deberse ajustar en cada caso a los límites que marque la fabricación.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

5.°—TRATAMIENTOS TÉRMICOS

Sobre este punto, todos los cuidados, todos los afanes y todos los estudios del Ingeniero son pocos; en él está, en realidad, y en el laboratorio, el éxito o el fracaso del problema.

A pesar de los minuciosos análisis de las primeras materias, no olvidando detalle en los reconocimientos del herramental antes de pasar a la sección de temples, al objeto de observar el menor defecto que acusen en su masa, y observando durante los tratamientos cuantos datos de temperaturas, baños, etcétera, nos ha marcado como adecuados la experiencia y el estudio, a pesar de todo, los resultados no son siempre tan halagüeños como desearíamos. Asunto es éste donde radica la fase verdaderamente técnica de la fabricación, principalmente por la base en que se fundamentan las operaciones que han de ser llevadas a cabo por personal ilustrado y obediente y de un carácter especial para ellas; pues, como se ve en la práctica de las manipulaciones, éstas tienen mucho que ha de ser personalísimo del obrero, y, por lo tanto, influye mucho en los resultados su modo de ser.

En esta fase de la fabricación, el factor tiempo es el menos importante; en cambio, el factor obediencia del personal y su calma es de interés capital. Dan siempre mejor resultado operarios reposados y flemáticos, que templan menos kilogramos que los impulsivos y de iniciativas propias, que templan más, porque el rendimiento en piezas útiles es siempre mayor en aquéllos que en éstos. Habiendo una norma a seguir marcada por el Jefe del laboratorio, nunca debe ser variada por el operador, sino que aquél, recogiendo los resultados que le comunica, debe ser igualmente quien la modifique.

Los elementos necesarios para llevar a cabo los tratamientos térmicos, son los siguientes:

Hornos cerrados: de laboratorio, independiente del combustible y de los productos de la combustión (muflas) calentados por gas, carbón o aceite de creosota, son indispensables en esta sección. Los calentados por gas del alumbrado son los más sencillos de manejar y los más limpios, reuniendo estas condiciones, también los calentados por combustible líquido, si bien éstos precisan una instalación completa para pulverizar el combustible antes de verificar su combustión. Los de carbón son los más económicos; pero, en cambio, su manejo es más difícil en punto a conseguir uniformidad de temperatura, siendo también más sucios y de más trabajo su mantenimiento.

Estos hornos de gas y de creosota tienen su laboratorio construído

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

con piezas refractarias de fácil recambio, y pueden aislarse o no de los productos de la combustión a voluntad. Ordinariamente, por la facilidad de poder regular la llama obteniendo una atmósfera neutra, los productos de la combustión pasan por el laboratorio, con lo cual el aprovechamiento térmico es máximo.

Empleando el combustible sólido, o sea carbón, exigen los hornos mufla, o sea, laboratorio cerrado por la dificultad de regular la combustión y el gran peligro que encierran de verificar las operaciones dentro de una atmósfera oxidante; la mufla enteriza es de poca duración, y su coste es caro. Además, el aprovechamiento térmico es menor que en los anteriores.

Por estas razones, aconsejamos los hornos de carbón únicamente como de reserva. Es muy conveniente disponer de una mufla y horno eléctrico para calentar crisoles en el laboratorio, para llevar a cabo todo género de experiencias y los temples fundamentales.

Para el tratamiento de ciertas herramientas precisamos calentarlas en un medio líquido, por lo que debemos contar en nuestra instalación con dos hornos con depósito para llevar éstos a la temperatura deseada. Aconsejamos disponer dos: uno calentado por gas, y otro por carbón. Las cubetas o depósitos son de acero fundido, y el manejo de estos hornos es sencillo. Complementan la sección de temple los pirómetros termoeléctricos y de reflexión necesarios, convenientemente instalados, y los baños de refrigeración correspondientes; una tobera de chorro de aire para templar en este medio, una placa calentada por su parte inferior para revenidos, un soplete de gas del alumbrado y oxígeno para el temple local de piezas pequeñas, y un pequeño tren de pulimento para gratar y limpiar las piezas antes del revenido, a fin de poder apreciar mejor el color.

Los recocidos que algunos aceros deben llevar antes de entrar en trabajo, se pueden llevar a cabo con los elementos anteriormente citados.

De cuanto hemos hablado sobre calidad de las primeras materias, se deduce los temples y tratamientos que habrá que realizar en esta sección.

1.º *Aceros ordinarios de herramientas al carbono*:

Es corriente que estos materiales vengan recocidos del establecimiento productor; pero si así no sucede, o si se nota acritud excesiva en el trabajo en máquina (indicio seguro de que el recocido no ha sido completo), conviene proceder a esta operación antes del temple. Si el trozo de acero bruto que se ha de trabajar ha sido preparado en todo

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

o en parte por la forja, indiscutiblemente hay que darle un recocido completo antes de los tratamientos subsiguientes.

Ordinariamente, este recocido se da utilizando los hornos al final de la jornada, llevando las piezas a 900° c., sosteniendo esta temperatura más o menos tiempo, según los espesores de las piezas, para conseguir en todo caso la temperatura marcada en todos los puntos de su masa y dejando enfriar lentamente piezas y horno durante la noche.

La temperatura de temple de estos aceros nos la marca su curva de enfriamiento. Los aceros ordinarios, a partir de 0,60 de carbono, no presentan más que un punto crítico, que empieza a 750° c., y va descendiendo a medida que aumenta su carburación.

Los aceros que nos ocupan, para herramientas, con una carburación de 0,8 a 1,20 por 100, tienen sus puntos críticos de 740 a 720° c.; por consiguiente, entre estas temperaturas oscilará la de la pieza al entrar en el baño refrigerante.

Se empieza por gratar la pieza que se ha de templar para que quede su superficie limpia de toda oxidación, y se coloca sobre la placa caliente que se tiene para dar los revenidos, llevándola al amarillo, o, de otra manera, a los 400°; alcanzada esta temperatura, se introduce en la mufla, cerca de la puerta, hasta que tome el rojo naciente, adelantándola poco a poco hasta la zona que el pirómetro nos marca 80 a 100° c. más que la temperatura de temple, o sea, 800 a 820°.

En esta zona permanece la pieza hasta que su color es lo más aproximado posible al de la mufla, se la retira ligeramente, variándola de posición, para que la temperatura sea uniforme con toda su masa, pasándola, conseguido esto, al medio refrigerante.

Ordinariamente, se templan en aceite, permaneciendo dentro de este líquido hasta que la coloración ha desaparecido, acabándola de enfriar en agua de jabón y pasándola después al agua fría para limpiarla. Si la herramienta tiene cortes de débil espesor, comparado con su masa, se reviene al amarillo sobre la placa caliente, enfriándola en agua tan pronto toma este color, o sea, 400 a 450° c.; siendo de cortes robustos, no se reviene. El revenido, cuando se trata de gran número de piezas iguales y de igual material, resulta práctico darlo introduciendo las piezas en un baño de nitrato potásico y nitrato sódico fundido. Los puntos de fusión de esta mezcla varían, según sus proporciones, de 145 a 335° c. Este baño se puede elevar hasta 400 sin que ejerza acción ninguna sobre los aceros.

Bien tratada la herramienta, *debe dar* 70 a 75 de número de dureza escleroscópica.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

2.º *Aceros semirrápidos y rápidos*:

Su tratamiento es como sigue:

En el recocido hay que observar iguales reglas que para los aceros al carbono; pero para el temple éstas difieren notablemente.

Los semirrápidos hay que calentarlos muy lentamente hasta los 900º c., elevando su temperatura rápidamente a 1.100º para templarlos al aire en una tobera fuerte, y los rápidos calentándolos con las mismas precauciones hasta 950 y elevando rápidamente su temperatura a 1.250 para introducirlos en petróleo.

Ordinariamente, no se revienen, limitándose, con aquéllos más recargados de cromo, a introducirlos en el agua hirviendo, dejándolos enfriar juntamente con este líquido.

La manera de llevar a cabo la operación es calentarlos, hasta los 900º c., en una mufla, pasando lentamente las piezas desde la puerta hasta la zona de aquella temperatura, en la que permanecen hasta que haya seguridad de que la alcanzan todos los puntos de su masa. Conseguido esto, se trasladan rápidamente sobre un lecho de carbón vegetal encendido, dirigiendo sobre la herramienta la llama de un soplete de gas, que rápidamente le comunica la temperatura de temple, verificando seguidamente la inmersión en el medio refrigerante. La característica de buen temple en los aceros al carbono es que el material blanquee en su superficie, mientras que en los rápidos y semirrápidos obscurezca, a la par que den de dureza escleroscópica 75 a 80 los semirrápidos, y de 80 a 85 los rápidos.

Cuanto acabamos de decir respecto de los temples de los dos grupos de aceros, es referente a la parte teórica; en el terreno práctico, las reglas anteriores no están exentas de cuidados.

Aconsejamos las siguientes reglas, sacadas de la práctica:

1.ª El acero debe ser calentado, siempre, lo más uniformemente posible, y la temperatura debe ser tal, que en todos sus puntos se encuentre a temperatura algo superior a la que la refrigeración se ha de realizar.

2.ª Se debe calentar todo lo rápidamente posible, sin que por esto ciertas partes, como, por ejemplo, ángulos vivos, aristas, etcétera, sufran un sobrecalor excesivamente superior al del cuerpo de la pieza.

Si a primera vista parecen sencillos de llenar estos principios, no resulta así en la práctica, no contando con los elementos descritos; pues claramente se deduce la importancia que tiene en la operación el disponer de un medio de uniforme temperatura en todos sus puntos y de poder regular bien aquélla.

Además de los aparatos para medir la temperatura, es muy conve-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

niente apreciar a la vista aquéllas por el color, sobre todo para poder juzgar de la uniformidad de temperatura en toda la superficie de la pieza y no llegar nunca al excesivo sobrecalor en las partes peligrosas. Para facilitar la apreciación de los colores, procede que el local de temple tenga poca luz y, en ciertos casos, que pueda ponerse en la obscuridad en breves momentos con facilidad.

También puede disponerse junto a los hornos unos tubos con tapadera oscilatoria cerrados, en los que se introduce la pieza calentada, sin exponerla a corrientes de aire, para apreciar su color y dejar que por equilibrio móvil de temperatura unifique aquél lo suficiente.

Para llevar a cabo la operación de calentar la herramienta con facilidad y éxito, cuando son varias, precisa que se introduzcan a la vez y que sean de igual tamaño aproximadamente; se colocarán en la solera del horno distanciadas unas de otras para que la influencia ejercida por el calor de cada una sobre las demás sea igual; convendrá asimismo dejar el trozo de solera más resguardado del exterior y de temperatura más aproximada a la que deseamos dar a las piezas, sin ninguna pieza, colocando en el centro de este trozo, una a una, durante un pequeño intervalo de tiempo, para unificar del todo su temperatura y sacar todas las piezas en iguales condiciones.

Si se emplean los baños de sales o metálicos como medio calorífico, debemos tener presente en este procedimiento que, si bien presenta ventajas, en cambio, adolece de muchos defectos lo mismo que los hornos.

Los objetos calentados en baños de materias en fusión pueden sufrir el sobrecalentamiento excesivo, peligroso, igualmente que en los hornos, y también, por el contrario, pueden no llegar a temperatura suficientemente elevada, como puede suceder en aquéllos; cosa que se explica si se tiene en cuenta que su fluidez no excluye la repartición irregular de temperatura en su masa.

La uniformidad de temperatura del baño se habrá de conseguir mediante agitación constante de la masa del baño, o mediante la ebullición si se trata de sales; en ambos casos, se medirá su temperatura con un pirómetro.

Los baños que son más indicados para llevar a cabo el temple calentando en baños de sales, son:

El bromuro potásico, que funde a 740°; el cloruro de bario, que funde a 800°; el sulfato sódico, que funde a 34° en su agua de cristalización, y separándose una parte del sulfato anhidro, funde de 886 a 900°, y, finalmente, el sulfato potásico, que funde a 1.070°. Con estos cuatro cuerpos tenemos en su punto de fusión, aproximadamente, los 700, 800, 900 y 1.000°.

Comparando los resultados obtenidos templando piezas iguales por

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

el procedimiento descripto, o calentadas en baño de sales, hemos podido adquirir elementos de juicio para deducir que, tratándose de piezas de gran desproporción, entre su longitud y espesores, hay notablemente menor deformación empleando el segundo procedimiento que el primero. Así, por ejemplo, templando brocas salomónicas, de acero corriente al carbono, de 2,37 mm. de diámetro y 88,9 mm. de longitud, por ambos procedimientos, empleando el cloruro de bario fundido, hemos obtenido las tratadas por el segundo procedimiento sin la menor torcedura, acusando las del primero curvaturas hasta de 0,8 de luz.

Siempre que se lleve a cabo esta operación, conviene calentar la pieza en una mufla hasta los 600°, introduciéndola en el baño cuando ha alcanzado esta temperatura, en el que permanece el tiempo suficiente para igualar la suya a la de aquél y para igualarla en todos los puntos de su masa.

El cloruro de sodio es de los más empleados, sobre todo cuando se trata de cementar algo el útil en su parte que ha de templar. Funde a 815, y hierve a 1.750°.

La razón también de haberse generalizado el empleo del cloruro de sodio es, aparte de su bajo precio, su resistencia a volatilizarse y descomponerse a elevadas temperaturas.

Se facilita su fusión con algo de carbonato sódico, y se disminuye la viscosidad del baño con salitre; mejora mucho las condiciones del baño una pequeña adición de cromato potásico o de bórax, y para combatir la de carburación producida por el salitre, se adiciona algo de prusiato amarillo de potasio; condición precisa que deben reunir los objetos antes de introducirlos en el baño, es que estén completamente limpios y secos.

El calentado en baño metálico se emplea poco, siendo el más práctico el que se lleva a cabo en plomo fundido sobrecalentado.

Nosotros lo hemos empleado con éxito tratándose de templar piezas delgadas y largas, como barrenas, brocas, escariadores de pequeño diámetro. El baño de plomo era llevado de 700 a 800°. El resultado es sorprendente: las piezas no tuercen apenas, como sucede calentándolas al aire.

Antes de emplear este baño, se le hará hervir durante varias horas, para eliminar el azufre que suele contener, y se operará con él recubierto de una capa de carbón, para que la pérdida por volatilización sea la menor posible. Por esta razón, no es tan económico como debía ser.

Para evitar la adherencia del plomo a la herramienta, se limpiará ésta, primero, con bencina o alcohol, para desengrasarla, recubriéndola después de una capa de engrudo hecho con carbón vegetal, harina

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

de trigo y sal marina. La mezcla se hace partiendo de una solución saturada de sal.

En toda operación que se haga en baño líquido, conviene calentar la pieza, primeramente, en una mufla, a temperatura algo inferior a la del baño, introduciéndola después en aquél para acabar de calentarla. Es medida más que nada económica.

ENFRIAMIENTO

El enfriamiento para el temple es importantísimo, y por ello, los resultados están a diario llenos de sorpresas; los fenómenos más raros se presentan con frecuencia a la vista del operador, constituyendo muchos de ellos novedad, aun para el más ducho y práctico.

Uno de los puntos que más hay que tener en cuenta al enfriar, es la forma de la pieza. Al no enfriar todos los puntos de su masa a la vez, el aumento de volumen experimentado es causa del nacimiento de tensiones, que, si sobrepasan la tenacidad del metal, pueden acarrear su rotura. Producidas las roturas por esta causa, claro está que las que comiencen a verificarse en la superficie tienen lugar en el baño de refrigeración, mientras que las que se originan en el interior suelen presentarse al cabo de cierto tiempo, que a veces llega a días. Por esta causa, aunque una pieza salga del baño sana, al parecer, conviene preservarlas de cambios bruscos de temperatura, y tratándose de aceros que hayan de ser revenidos, es indispensable proceder a dárselos sin pérdida de momento. Caso de no ir revenida la pieza, y tratándose de aceros duros, poco tenaces, será conveniente sumergirlos antes de su completo enfriamiento en agua hirviendo y dejarlos enfriar con este líquido. Las más expuestas a roturas internas son las simétricas, siendo las menos las de herramientas planas de débil espesor.

Los útiles de forma anular que tienen tendencia a romper según un radio al cabo de cierto tiempo, debido a la contracción de su exterior y a la tendencia a dilatar de su interior, que ha sido menos enérgicamente enfriado, se deberán siempre revenir rápidamente a baja temperatura (menos del azul), introduciéndolos en seguida de la refrigeración en un tubo metálico calentado por el exterior, colocando las piezas según un plano normal al eje del tubo.

El enfriamiento del útil ha de tener lugar con tal uniformidad, que el calor sea absorbido por el refrigerante de la parte a templar de una manera uniforme. Esto no es tan sencillo de conseguir como a primera vista parece.

Las razones que se oponen a esto son de todos conocidas. Para

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

vencerlas, se procede a mover constantemente el objeto dentro del baño; pero, por causa de este movimiento, no conseguimos uniforme el enfriamiento; pues siempre será más rápido y enérgico el de la cara de delante que el de la de detrás. El movimiento del baño puede emplearse, bien simple, bien compuesto, según actúe la corriente del líquido sobre una parte del líquido o sobre todas a la vez.

Muchas veces sucede que se achacan al refrigerante roturas presentadas en los útiles, siendo debidas, en realidad, a un enfriamiento rápido al pasar del horno al baño, producido a su vez por haber en el local corrientes de aire; por esto debe ser un local abrigado de toda corriente y de temperatura uniforme y más bien alta que baja.

Las tenazas y útiles de coger las piezas también deben reunir requisitos que a todos alcanzan: cuantas causas tiendan a quitar temperatura o uniformidad de la misma en la pieza, a templar y a mermar o alterar el enfriamiento, deben suprimirse o, por lo menos, aminorarse cuanto se pueda.

CASOS DE TEMPLE

En la fabricación de herramientas se nos presentan dos casos de temple.

En unos, el útil es enteramente templado, y en otros, sólo parte del útil conviene adquiera las características de aquella operación.

En el primer caso (que es el que nos da más roturas), ya hemos visto que la rotura se puede atribuir a las dilataciones y contracciones experimentadas en la operación.

El revenido en estos temples es el único medio de aminorar estas roturas, sufriendo esta operación; la capa anterior del útil hará desaparecer la rigidez absoluta de esta parte, aumentando su tenacidad. Claro está que este revenido, como hemos dicho, hay que darlo a tiempo; es decir, antes de que la rotura se haya producido. Citamos como caso corriente de esta clase de temple el de una fresa cualquiera, pieza que, con frecuencia, presenta la rotura de sus dientes; hemos conseguido casi suprimir este defecto dándoles un temple interrumpido. Se practica enfriando el útil en el baño hasta que creemos ha adquirido su total dureza exterior; síntoma que se aprecia por la pérdida del color, retirándola al ambiente rápidamente, donde se deja enfriar del todo.

Si la pieza es de gran masa en comparación con su superficie, puede darse el caso, mejor dicho, se corre peligro, de que encerrando mucho calor su interior, al transmitirse a la parte templada, no sólo la re-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

venga, sino que destruya el temple. Para evitarlo, en lugar de dejarla enfriar en el ambiente, se pasará del baño de temple a otro baño menos enérgico, como aceite, sebo fundido, etcétera, si el líquido donde se templó ha sido agua.

Este procedimiento da buenos resultados; pero claro está que se corre el riesgo, algunas veces, de no haber conseguido la máxima dureza en la parte templada.

Por esto, cuando se quiere tener la máxima dureza garantizada, se debe dejar enfriar el útil completamente en el primer baño, dándole un ligero revenido en seguida en un baño de arena o en agua hirviendo.

Si los útiles no deben recibir el temple más que en cierta parte de su masa, hay que perseguir en ésta la mayor dureza posible, persiguiendo en el resto la mayor tenacidad.

Los temples de referencia los podemos agrupar en tres clases:

1.ª La configuración del útil permite calentarlo de manera que la parte que deba ser templada pueda adquirir una dureza gradualmente decreciente; es decir, que estos útiles permiten calentar sólo la parte que se ha de introducir en el refrigerante.

2.ª Las pequeñas dimensiones, o su forma particular, obliga a calentar enteramente el útil; mas no necesitando dureza en todas sus partes, sólo se introduce en el refrigerante la parte que debe resultar dura, introduciendo a continuación, despacio, el resto para que no revenga demasiado la parte templada, o no introduciendo, si se quiere el revenido más intenso.

3.ª La configuración del útil obliga a calentar por entero, para evitar deformaciones y roturas y a enfriar también de la misma manera. En este caso, la parte del útil que no ha de trabajar se dulcifica un poco reviniéndolo por yustaposición con una pieza caliente.

En todos los casos, al calentar el útil, debe hacerse teniendo en cuenta las reglas que ya hemos dado.

Respecto del enfriamiento, se debe tener presente que la inmersión no marque una línea de rotura entre la parte templada y la no templada, sino que debe quedar una zona de transición. Esto se obtiene dando al útil un movimiento vertical de vaivén dentro del baño.

LIQUIDOS Y BAÑOS DE TEMPLE

Hay que disponer de agua natural corriente fácilmente calentable mediante un hogar o por otro procedimiento; por lo que a nosotros toca, hemos conseguido facilidad en este punto colocando un serpentín

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

en la canalización de humos de un horno que permite disponer de agua templada. El agua hirviendo pocas veces se usa, salvo para revenidos, y en ese caso, se dispone de un depósito con hogar. La temperatura más empleada para el temple con este líquido es de 16 a 22°.

Para aumentar la conductibilidad del agua en ciertos temples, conviene adicionarle cloruro de sodio, por lo que hay que tener en almacén este producto; también conviene tener carbonato sódico o sal amoníaco, pues su adición, similar en efectos al cloruro de sodio, es algo menos enérgica. El ácido clorhídrico también deberá estar en nuestro almacén, para dar más conductibilidad que el cloruro de sodio. Como líquido neutro, debemos tener el agua de jabón, en cuyo líquido apenas se dejan sentir los efectos del temple.

Para otros temples menos vivos contaremos con depósito de aceite, sebo fundido, aceite de buey, etcétera, y petróleo; pues ya sabemos que este último es el que da temple más vivo.

En raros casos, será preciso emplear los metales fundidos como líquido refrigerante; sin embargo, los aceros al cromo precisan a veces estos baños para revenirlos; y para casos especialísimos, un baño de mercurio puede resultar utilísimo. El plomo, el zinc y el estaño son los indicados.

Finalmente, habremos de disponer, como medio refrigerante, de una tobera de aire forzado dentro de un tubo, para templar herramientas de pequeña sección hechas con materiales ex profeso.

MERMA POR EL TEMPLE QUE HAY QUE TENER EN CUENTA EN ESTA FABRICACION

En el primer grupo A, el 4,80 por 100 de la herramienta fresada.

En el ídem B, el 4,87 por 100 de la ídem ajustada.

En el segundo grupo, el 1,82 por 100 de la ídem íd.

Estas mermas habrá, por lo tanto. que tenerlas en cuenta al presupuestar todos los elementos.

Refiriéndonos a los elementos mecánicos calculados para la producción de herramienta útil sin templar, vemos que, para obtenerla útil de temple, sería preciso aumentarlos en proporción a la merma experimentada por el temple en la herramienta útil terminada sin tratamiento.

Es decir, que si en el primer grupo A tenemos una merma en el temple de 4,8 por 100 de 2.138 K. = 102,6 K., habrá que aumentar la producción de herramienta fresada en esta cantidad, y las fresadoras,

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

en 0,3 de máquina, y los tornos, en 0,5 de torno para la elaboración de la herramienta de este apartado.

En el primer grupo B, la merma de temple será 4,87 por 100 de 1.058 K. = 51,5 K.; por consiguiente, para poder obtener la producción deseada, tendremos que ajustar estos 51,5 K., además de los calculados, lo que representa un aumento de 0,3 de ajustador, 0,5 de fresadora y 0,85 de torno.

Respecto del segundo grupo, parecidos razonamientos nos llevarán a deducir que la merma 12,4 K. representa 0,08 de ajustador de aumento en nuestro personal y 0,12 de máquina preparatoria.

En resumen: la merma de temple nos representa un aumento en los elementos mecánicos manuales de nuestro taller de 0,8 fresadoras, 1,15 tornos, 0,12 máquinas preparatorias y 1,1 ajustador, cuyo aumento tendremos en cuenta al proyectar y presupuestar nuestro taller.

Este aumento de obra perdida en el temple nos representa igualmente aumento en la materia bruta empleada en la proporción siguiente:

Los 2,6 K. de obra fresada del primer grupo A precisan 267 Kg. de acero bruto.

Los 51,5 K. de obra ajustada del primer grupo B, equivalentes a 143 K. de acero bruto, y

Los 12,4 K. de obra también ajustada del segundo grupo exigen el consumo de 15,3 K. de primera materia.

En total, tendremos que aumentar a la primera materia calculada, al estudiar los elementos mecánicos manuales necesarios, 425,3 Kg. exigidos por la merma de temple.

Finalizaremos este trabajo dando un esquema de implantación de un taller de herramientas, tomando como base la producción citada de 3.744 Kg. de herramental útil, que hemos indicado con anterioridad al calcular los elementos necesarios:

CAPITAL INVERTIDO

Maquinaria montada.

	Pesetas.
13 fresadoras, 20 tornos, 13 afiladoras y rectificadoras, 8 máquinas diversas y 13 tornillos de banco para ajustadores, contramarchas, arbolado del taller y un motor de 50 HP.....	349.000
Suma y sigue.....	349.000

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

	Pesetas.
Suma anterior.....	349.000
Una mufla eléctrica, una ídem calentada por gas del alumbrado, un horno para calentar baño de sales accionado por gas, un ídem accionado por carbón y una mufla accionada por el mismo combustible, un soplete, tobera para templar el aire, baños, etcétera.....	16.000
Coste del edificio necesario.....	100.000
Para adquisición de materiales y mano de obra.....	50.000
Total capital.....	515.000

PRESUPUESTO

Primera materia (acero).

Precisamos 9.645,3 Kg. de acero bruto de herramientas. De ellos hemos visto que el 33 por 100, o sea, 3.185,94 kilogramos, son de acero al carbono, cuyo precio oscila alrededor de 4 pesetas.....	12.731,76
El 22 por 100, o sean, 2.121,96 K. de aceros semirrápidos, cuyo precio corriente es de 8 pesetas.....	16.975,68
Y el resto, o sea, el 45 por 100 = 4.340,38 K. de acero rápido, que se cotiza a 11 pesetas.....	47.744,18
Total primera materia.....	77.451,62

AMORTIZACION

10 por 100 de la maquinaria.....	36.500
3 por 100 de edificio.....	3.000
Total amortización.....	39.500

GASTOS GENERALES

En estos talleres, la práctica nos da un promedio de pesetas 8,10 por Kg. de obra útil fabricada, para atender a los gastos que originan las piedras de esmeril, aceros,

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

	Pesetas.
carbones, gas del alumbrado, energía eléctrica, engrases, algodón, etc., etc. (3.744 × 10,20 = 38.188,80).....	38.188,80
(Por contribución, maestro, escribiente y delineante se recarga el producto en 2,10 pesetas por Kg.)	
Total gastos generales (10,20 pesetas por Kg. de obra).	38.188,80

MANO DE OBRA

13 fresadores, 20 torneros, 6 afiladores rectificadores, 4 para máquinas preparatorias, 2 peones y un capataz.....	85.000,00
Total mano de obra.....	85.000,00

RESUMEN

Primera materia.....	77.451,62	
Amortización	39.500,00	
Gastos generales.....	38.188,80	
Mano de obra.....	85.000,00	
		240.140,42
A deducir, 5.901 de viruta y retal, a 0,25 pesetas.....		1.475,25
COSTE GENERAL.....		238.665,17
Interés.....		41.200,00
Importe de venta..... (A)		279.865,17

El capital que se ha invertido ha sido de pesetas 515.000. Calculando un interés de 8 por 100.

(A) Cantidad que, dividida por 3.744 K. de herramienta, da 74,75 pesetas como precio del Kg. de herramienta al pie de taller.

Pues bien: para formarse idea del interés que encierra el implantar esta fabricación en aquellas industrias que trabajan en serie con gran consumo de herramental, copiamos a continuación una oferta de herramienta hecha en marzo del corriente año por una de las principales Casas importadoras de Barcelona:

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Fresas cilíndricas, mango cónico	167,50	el Kg.
— forma ranurar brocas y escariadores	314,20	—
— cónicas para cortar engranajes	294,60	—
— cilíndricas para planear	194,60	—
— sierras para cortar metales	102,00	—
— cilíndricas frontales	114,75	—
— cortantes para dos o tres caras	195,00	—
— ranurar en T	320,00	—
Buriles y otras herramientas	141,70	—

$$\text{Promedio} \ldots\ldots \frac{1.834,35}{9} = 203,81$$

de precio por Kg. de herramienta.

Ante estas cifras, sobra todo razonamiento; poco vale este modestísimo estudio; pero lo avalora el firme deseo de su autor, de proporcionar datos que en su día puedan servir a nuestra industria; deseo que ha de quedar suficientemente recompensado si nuestra labor es tomada en consideración, mejorada y llevada a la práctica por el personal ingeniero nacional, honra, alma y vida de nuestra prosperidad."

El Sr. MANZANO leyó inmediatamente un trabajo de D. Leopoldo Salto, que a continuación se publica:

"LOS MOTORES PARA EL RESURGIMIENTO INDUSTRIAL

Por D. Leopoldo Salto, *Ingeniero industrial.*

I

Todas las naciones de Europa se dedican en este momento a su reconstitución; en España no tratamos de reconstituir un poderío industrial de que carecíamos antes de la guerra: tratamos de crear una relativa independencia que nos permita formar entre las naciones que se bastan a sí mismas. El momento es oportunísimo, y no hay tiempo que perder.

El autor de esta nota no ha inventado nada ni posee, desgraciadamente, la fórmula para conseguir eficazmente el resurgimiento deseado. Se propone sólo someter al Congreso de Ingeniería algunas consideraciones, apuntar algunas ideas que pudieran contribuir a que se encauzaran y se consiguieran los medios de abaratar la energía.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

II

Para toda industria son necesarios tres elementos que tienen, los tres, caracteres de imperiosa e imprescindible necesidad:

1.º Dirección intelectual.—2.º Capital para realizarlo.—3.º Su ejecución material, dividida ésta en materiales a transformar, mano de obra y energía para la transformación.

De propio intento, damos el primer lugar a la dirección intelectual como creadora y nexo entre los restantes, aunque hoy por hoy se le conceda la menor importancia y se considere poco menos que despreciable.

Del estudio de las dos primeras, nada diremos, entrando desde luego en el examen del tercer elemento, y sólo para el fin que nos proponemos.

La industria transforma y transporta, y para ello es necesario energía, en la más amplia acepción del concepto. En numerosos casos, el precio de esta energía es cuestión de vida o muerte, permite o hace imposible la fabricación. El industrial ha de disponer de energía barata y la seguridad de que no ha de faltarle en ningún momento.

Durante un siglo, y hasta hace algunos años, la fuente de esta energía, universalmente utilizada, ha sido la combustión del carbón; ésta se transformaba en mecánica por la máquina de vapor, de émbolo. La Humanidad debe eterna gratitud al genio incomparable de Watt, que la creó, casi en su forma definitiva, de primera intención. Si la Humanidad pudiera pesar en una balanza el beneficio que le ha reportado el genio de Watt, poniéndolo en un platillo, y en el otro el de todos los grandes artistas, políticos y diplomáticos, guerreros, etcétera, el balance sería, ciertamente, en favor del gran inventor inglés.

Hoy, por razones económicas de un lado, por razones de índole social por otro, y por consideraciones metafísicas también, la Ingeniería debe volver los ojos hacia otras fuentes: hacia la utilización de las fuerzas naturales: aprovechamiento directo del calor solar y de los volcanes, de las mareas, de las olas, son fuentes de energía que están por utilizar; algo, muy poco, se utiliza el viento como fuerza motriz, y únicamente los saltos de aguas son objeto de aprovechamiento verdaderamente industrial.

No se ve, por otra parte, la posibilidad de que el precio del carbón vuelva a ser el de los comienzos del año 1914: nuestros mineros piden el régimen de cuarenta y dos horas de trabajo semanales; en Inglaterra, treinta y seis; en Norteamérica, treinta; en todas partes aumenta la cuantía de los jornales, la carestía de los transportes por mar y por

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

tierra; todo hace sospechar que el precio del carbón obliga a utilizarlo al máximo, sacando de él todos y cada uno de los elementos aprovechables que encierra. En nuestro país, la escasez y su mediana calidad agravan la situación.

Como substitutivo del carbón, sólo aparece el petróleo y la madera: los precios del mercado, dentro de nuestra economía, son función de aquél, caloría por caloría; de modo que, para estos combustibles, aparece la misma necesidad de aprovecharlos en todo lo utilizable, como los carbones minerales.

Sólo las fuerzas naturales aparecen como manantial económico de energía, como manantial inagotable: ancho campo aparece ahí para el Ingeniero y la inventiva.

No se nos oculta que mucho pudiera hacer, en el sentido de abaratar la energía, el buen querer y el altruismo de los hombres (patronos, mineros e intermediarios). El ambiente social no es nada propicio.

El problema siempre resulta de enorme importancia y merece la atención del Congreso de Ingeniería y de los Poderes públicos.

III

Venimos refiriéndonos a la energía en términos generales, puesto que las dos formas térmica y mecánica son equivalentes y se transforman fácilmente una en otra.

La utilización adecuada de las llamadas fuerzas naturales, que nada cuestan al hombre en su origen, harían del carbón mineral un reactivo químico, un reductor.

Los efectos térmicos se pueden conseguir indistintamente por medios eléctricos y por combustión, como lo demuestran aplicaciones cada día más frecuentes; esta transformación no implica ninguna dificultad desde el punto de vista técnico, y la industria da preferencia a uno o a otro, según el aspecto económico del problema a resolver en cada caso.

Para los usos domésticos, el combustible ideal, el del porvenir, es el gas rico.

Los saltos de agua son la única fuente natural que, hoy por hoy, sabemos utilizar industrialmente.

Pero el precio a que resulta esta energía transportada y transformada en el punto de utilización resulta excesivamente cara en nuestro país: el precio mínimo que conocemos es el de 0,05 pesetas (5 céntimos) el kilovatio-hora, ofrecidos por la "Hidroeléctrica Española" para el ferrocarril directo de Madrid a Valencia, precio que dista mucho de los 3 céntimos previstos para la electrificación del Puerto de Pajares,

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

puesto *que excede de 66 por 100;* en los Estados Unidos, precios comprendidos entre 2 céntimos y 2 1/2 son frecuentes; y no se diga que, en aquel país, la mano de obra y los materiales son más baratos que en el nuestro.

El precio comercial de la energía eléctrica en España es desmedido, como lo es el del carbón, como lo es el de tantas otras cosas.

El autor recuerda haber intentado adquirir material eléctrico, y quedó admirado al ver que el vendedor fundamentaba los precios, no en el valor intrínseco de las máquinas, sino en el producto que podía sacarse de la energía producida. ¡Este modo de enjuiciar es muy corriente entre nuestros industriales y comerciantes!

¿Qué medios cabe emplear para abaratar la energía eléctrica producida en los saltos de agua?

Desde luego hay que descartar la posibilidad de que triunfe el buen juicio y el altruismo sobre el interés material del lucro desmedido: nuestra Constitución política de 1812 ya decretó en su artículo 6.º: "*El amor de la Patria es una de las principales obligaciones de todos los españoles, y asimismo el ser justos y benéficos...*"; y desde entonces ha transcurrido más de un siglo sin que se hayan visto palpables los resultados de la sabia previsión de nuestros cándidos abuelos.

Si hubiéramos de dejarnos influir de teorías económicas en boga, hubiéramos de preconizar la nacionalización de las concesiones existentes y la explotación por el Estado de los saltos que pudieran crearse.

Francia se propone, y tiene ahora en curso, una reforma de la legislación de aguas, según la cual, el Estado es propietario de esta riqueza, aun la no descubierta, como en España pertenecen al Estado los yacimientos mineros. A este título cabe concederlos a los particulares, imponiendo determinadas condiciones, como impone un régimen de policía para la explotación de las minas, como análogamente interviene el Estado en las tarifas de ferrocarriles.

Los economistas y los estadistas podrán juzgar con más conocimiento de causa del aspecto legal de la cuestión: el autor no se atreve a pronunciarse, y desconfía del resultado que dan las explotaciones industriales administradas por la Administración pública y por los municipios, y tiene el temor de que fuera peor el remedio que la enfermedad. El hecho que a la industria y al porvenir interesa, y que el autor de esta nota recoge, es el deseo, el ideal, de que el kilovatio-hora transformado y transportado cueste al consumidor por bajo de un céntimo de peseta y siempre lo más barato posible.

Faltan estadísticas que precisen a cuánto asciende la riqueza nacional de saltos de aguas. Según los datos que merecen más crédito, lo estiman en dos millones de caballos de a 75 kilográmetros, los cuales

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

quedarían reducidos casi de mitad puestos en los puntos de consumo, después de contar el rendimiento de las turbinas, alternadores, transformadores elevadores de tensión, líneas, transformadores reductores, subestaciones, líneas de distribución, etcétera, y con ellos había de atenderse a alumbrar y accionar los motores del territorio español.

Sólo la electrificación de todas las líneas de ferrocarriles existentes absorberían unos 500.000 HP.; es decir, 1/4 de la energía hidráulica con que se cuenta.

No conocemos estadísticas que den la potencia total de los motores térmicos que se emplean en la industria en la época presente: sólo por impresión podemos juzgar, y así estimamos que si de momento fueran suficientes el millón de caballos realmente utilizables, pudieran no serlo para subvenir a todas las necesidades pasado algún tiempo.

Desde luego, para suplir la falta de agua, por variaciones del caudal de los ríos, y para complemento, por insuficiencia de las disponibilidades, habrá que recurrir a otras fuentes de energía. En el estado actual del arte del Ingeniero, este suplemento de energía ha de proceder necesariamente de los combustibles minerales.

IV

Lo anteriormente expuesto nos conduce a recordar al Congreso el proyecto de ley para el establecimiento de una red nacional de distribución de corriente eléctrica y el luminoso informe de la Comisión permanente de Electricidad, suscripto por cuatro firmas de las más prestigiosas entre la Ingeniería española, redactado como cumplimiento de la Real orden de 28 de diciembre de 1918. Esta Real disposición es debida a la iniciativa del entonces Ministro de Fomento, excelentísimo señor Marqués de Cortina.

Creemos que difícilmente puede realizarse en España nada que sea más eficaz, en el sentido que dejamos indicado, que llevar a vías de hecho el aludido proyecto. Si el Congreso de Ingeniería compartiera esta opinión, podrá hacer suyo aquel proyecto, y con el apoyo que le prestaría su indiscutible prestigio y autoridad, no sería aventurado suponer que esto indujera a los Poderes públicos para organizar su inmediata ejecución.

Las consideraciones que vamos a exponer están sugeridas de la lectura del informe a que hemos aludido, y creemos que serían su natural complemento.

Asusta el pensar la escasísima utilización que hoy se da al carbón y la cantidad que se derrocha: los usos domésticos, chimeneas, estufas

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

y fogones que no están encendidos largos períodos se aprovecha escasamente el 8 por 100 del calor; el conjunto orgánico de una buena instalación de calderas y máquinas de émbolo y economizadores no utiliza más del 20 por 100; gasificando o destilando el combustible con motores de explosión y aprovechando los gases del escape se pasa del 35 por 100, y aun quedan subproductos que tienen tanto valor comercial como el carbón de que proceden.

Cae fuera del cuadro que nos hemos trazado el reseñar los subproductos que pueden obtenerse de la destilación de todos los combustibles naturales fósiles, antracitas, hullas, lignitos y turbas, de una parte, de los combustibles líquidos, petróleos, y aun de la madera. Baste consignar que, durante los años de guerra, sólo el azufre, sales amoniacales e hidrocarburos benzoicos tenían más valor que los carbones, no contando como subproducto el cok, cuyo valor representaba un suplemento de beneficio en la industria de la destilación.

En la combustión directa del carbón, todos los subproductos se pierden. En Alemania se cuenta que de 150 millones de toneladas de carbón y de lignito se obtendrán cuatro millones y medio de toneladas de alquitrán y un millón y medio de toneladas de benzoles. El cok producido queda disponible para gasificado a su vez en forma de gas de agua o de gas mixto.

En suma: lo que proponemos es que se organice en España un régimen de utilización de los carbones minerales naturales análogo a lo ensayado con éxito en Alemania durante el período de guerra; régimen que fuera el complemento y el suplemento de la ley de la red nacional de distribución de la energía eléctrica.

Según la legislación actual alemana, todos los combustibles naturales han de someterse a un tratamiento previo; los que se emplean en combustión directa soportan un gravamen de 20 por 100 *ad valorem*, de que están exentos los primeros.

En aquel país se han ensayado dos procedimientos:

a) Destilación conducida para obtener principalmente gas de alumbrado y cok, con recuperación de subproductos. El gas rico, distribuido por tuberías, es el combustible doméstico de uso corriente, y se conduce para estos efectos a centenares de kilómetros; el *miedo al contador* sería el freno más eficaz para que no se dilapidara el combustible.

El cok, a su vez, en una segunda operación, queda transformado en gas de agua, gas pobre o gas mixto, para fuerza motriz.

b) Gasificación completa en una sola operación. El gas único de composición mal definida se reparte, como en el caso anterior, por tuberías; como en el caso anterior, se recogen y se utilizan los subproductos.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Cualquiera que fuera el tratamiento a que se sometiera el carbón, y aun quedando margen para que la iniciativa y la inventiva particular hallara campo en que desarrollarse, una reglamentación en este sentido, apoyada con una forma contributiva, reduciría notablemente la cantidad de carbón consumida y abarataría en proporciones enormes el precio de la caloría utilizada por los particulares y por la industria.

En el informe de la Comisión permanente de Electricidad a que nos hemos referido, se apunta la necesidad de completar la red nacional con centrales térmicas en que se utilicen carbones de escombrera y otros que por su calidad no pueden transportarse. Conforme en absoluto con el informe, vamos más allá, y estimamos que este complemento debe tener una forma imperativa y reglamentada, impuesta por la necesidad, por un lado, de obtener más energía que la disponible en los saltos de agua, y por precisión de utilizar todos los combustibles (los buenos y los malos) de un modo completo.

V

Aunque la Humanidad, y la Industria en particular, necesita energía en diferentes formas (térmica, mecánica, luz), nos ocuparemos especialmente de los motores.

Si examinamos éstos desde el punto de vista de utilizar las diferentes fuentes de energía, vemos que hay tres casos:

1.º *Motores fijos de cualquier potencia.*—El mecanismo motor utiliza la energía, y no necesita estar acompañado de los medios de producirla. Son todos los motores industriales de nuestras fábricas y talleres y numerosos casos domésticos (ascensores, elevadores de agua, etcétera); pueden y deben alimentarse de energía canalizada procedente, de preferencia, de las fuerzas naturales, porque la energía no cuesta nada en su origen; los gastos quedan reducidos a los de conservación de las instalaciones y amortización del capital empleado.

La experiencia diaria demuestra que esto es siempre posible y a bajo precio.

2.º *Motores móviles según una trayectoria conocida y perfectamente determinada.*—Están en este caso los tranvías urbanos y los ferrocarriles; en un segundo término estarían también los remolques aplicados a los canales de navegación y los vehículos de transporte por carreteras.

La electrificación de estos motores de arrastre exige el tendido de líneas de toma y de retorno de corriente; además, precisa el adaptar o producir la corriente eléctrica en forma que pueda utilizarse; las

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

instalaciones subsiguientes implican la inversión de capitales supletorios considerables. El aplicar las fuerzas naturales conducidas eléctricamente viene acompañado de un problema económico.

Los tranvías y, en general, la tracción eléctrica sobre carriles en las poblaciones y suburbios, está resuelta de hecho económica y técnicamente; pero no ocurre lo mismo con los ferrocarriles, en los que la electrificación ahora empieza a extenderse, porque en ellos priva el aspecto económico del problema por la cuantía del capital enorme necesario para la transformación.

En lo que a España se refiere, existen interesantísimos estudios hechos recientemente por afamados Ingenieros, los cuales discrepan en detalles técnicos, pero que reconocen unánimemente que el aspecto económico del problema limita la aplicación inmediata a casos particulares donde, como en el puerto de Pajares, el intensificar la circulación impone la electrificación, porque ella exige menor capital y menos tiempo que cualquier otra solución.

Uno de estos eminentes Ingenieros, D. José Luis Valenti, estima que las instalaciones fijas costarían 393 millones de pesetas, a las que, si añadimos 412,5 millones para el material motor, suman 805,5. Los precios que aplica son los anteriores a la guerra; por otra parte, habría que añadir una nueva partida de "imprevistos"; con todo ello, llegaríamos, sólo para electrificar las líneas existentes, a la inversión de unos mil seiscientos millones de pesetas, o una cifra de este mismo orden de magnitud, que, aunque se encontrara en el mercado financiero, para destinarla a este fin, seguramente tendría mejor utilidad destinada a otros fines.

El citado Ingeniero estima que la energía necesaria para el remolque de los trenes en las líneas hoy existentes sería de unos 500.000 caballos eléctricos; lo que equivale nada menos que a la cuarta parte de la disponibilidad hidráulica nacional, evaluada en 2.000.000 HP. en los saltos.

Lo que antecede no es animador: no parece de probable realidad inmediata; lo será menos el remolque en las carreteras, caminos vecinales y canales; es decir, a todos los motores que clasificamos en este segundo grupo. De todos modos, la solución ideal de aplicar a todos ellos energía procedente de fuerzas naturales queda en pie, y a realizarlo ha de tender la Humanidad.

3.º *Motores completamente libres.*—Estos han de ir acompañados constantemente de los medios de producir la energía. El tipo de ellos es la navegación por el mar y por el aire. Sin negar que se consiga la transmisión de la energía a distancia sin conductores, análogamente a lo que hoy se hace en telegrafía sin hilos, es problema que

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

está totalmente por resolver. Su examen cae fuera del marco de esta nota.

Entran también en este grupo los motores de arrastre por los campos, caminos y aun por las calles, de viajeros y mercancías. En éstos hasta hace poco se empleaban los motores de sangre; excluímos la tracción por acumuladores eléctricos de plomo, que no tienen por ahora empleo industrial en los motores y no aguantan la comparación con los motores térmicos de explosión, de que va a ser cuestión ahora.

La tracción mecánica por medio de automóviles complementa el aprovechamiento integral del carbón, al que hemos hecho repetidas alusiones y hemos considerado como imperiosa necesidad del momento. La substitución del motor de sangre por el motor de explosión es mundial: en España se va haciendo con nuestro habitual retraso respecto de lo que se hace en otros países, entre otras causas por los impuestos que en un principio gravaron los benzoles y gasolinas, productos que recibíamos del Extranjero. Según referencias de un colega, en el Estado de Nueva York hay registrados un automóvil (incluídos los de viajeros y de carga) por 17 (diez y siete) habitantes.

Las ventajas son numerosas, y apenas si vale la pena de detenerse a enumerarlas.

Facilita la conducción de masas indivisibles.

Evita la circulación de vehículos de dos ruedas, los cuales, con cargas de 4 y 6 toneladas, hoy frecuentes, hacen imposible mantener en buen estado de conservación el pavimento de las calles y el afirmado de las carreteras.

Deja disponible un número no despreciable de animales que pueden utilizarse para la alimentación (incluso caballos, mulas y asnos). Los motores de sangre deben quedar limitados para los trabajos agrícolas.

Aunque sólo fuera en el interior de las poblaciones, en que, como Madrid, abundan las rampas fuertes, el empleo exclusivo de los automóviles de transporte debería ser obligatorio, siquiera para evitar los actos de crueldad y de barbarie que presenciamos a diario, el lenguaje soez de los carreteros, las frecuentes interrupciones de la vía pública, la suciedad repugnante de las calles, etcétera.

Sobre este último extremo, la suciedad de las calles, hemos de insistir. Cierto que los medios de limpieza que se emplean en la mayoría de las poblaciones españolas son arcaicos e insuficientes; pero no es menos cierto que lo primero que hace falta para conseguir limpieza, en todos los casos, es empezar por no ensuciar voluntaria y deliberadamente.

Abaratar e intensificar los pequeños transportes, especialmente den-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

tro de las poblaciones. Con un capital escaso y fraccionado que surgiría de la iniciativa particular, se supliría dentro de ciertos límites, anticipándose, en cierto modo, a que se construyera la red de ferrocarriles secundarios. Una organización de transportes intensos con automóviles contribuiría al fomento inmediato de la riqueza nacional; más tarde sería un poderoso complemento de la red de ferrocarriles y de la red de carreteras.

Desarrollo en España de una industria, la fabricación de automóviles, de la cual ya existe alguna fábrica, que ha adquirido grandísima importancia durante los años de guerra, esta industria había de extenderse, por la necesidad de disponer con facilidad, rápidamente y a bajo precio, de piezas de repuesto y posibilidad de reparaciones.

VI

La organización que hemos apuntado para producir y distruibuir energía barata, nos parece que ofrece relativa facilidad para atraer los capitales que son necesarios, y que éstos serían aportados por los particulares: bastaría con que el Estado interviniera con su acción tutelar y con un reparto apropiado de los tributos. El estudio de un plan financiero cae fuera del que nos hemos trazado.

Es siempre más viable reunir un capital determinado por aporte de pocos banqueros, que conseguirlo de gran número de pequeños capitales; y, sin embargo, este último nos parece preferible. La nacionalización de las industrias nos parece solución poco recomendable.

La renta de tabacos, la fabricación de cerillas, la recaudación de ciertos impuestos, como las cédulas personales, la fabricación de explosivos, etcétera, confirman que, si los Estados, en general, no son buenos industriales, el Estado español no hace excepción a esta regla general. Los ensayos numerosos de nacionalización de los ferrocarriles han demostrado que una fuente de ingresos se transforma en una carga pesada para el Erario público.

No nos inspira la mayor confianza que el Estado español se encargara de construir la red nacional de distribución de energía eléctrica, y no vacilo en declararme partidario de que se confíe a una Empresa concesionaria mediante las garantías necesarias.

El crear las grandes centrales térmicas complementarias, cabe, desde luego, confiarlas a la industria particular, dejando ancho campo y completa libertad de fabricación. Podrían vivir en un régimen económico análogo al de las Compañías de ferrocarriles, a las que se impone una tasa estrechísima con las tarifas intervenidas por el Estado.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Menos importante, pero no despreciable, habría de ser el concurso para la red general de las fábricas locales de gasificación, que nacerían en poblaciones de mediana importancia al amparo de un régimen tributario apropiado y dirigido en el sentido que queda apuntado en el transcurso de esta nota. Estas fábricas, concedidas a Empresas particulares bajo los auspicios de los Ayuntamientos, o municipalizadas, contribuirían a la riqueza de los Municipios, hoy faltos de ingresos, y se hallarían en caso análogo a las traídas de aguas y al alumbrado público.

Es de esperar que, fraccionando la inversión de capitales y localizando su administración, se atraería con relativa facilidad a los pequeños capitalistas. Sería un progreso enorme en un país como el nuestro, en el que tan poco desarrollado se encuentra el espíritu de asociación para fines industriales, y donde las colectividades de este género tantas suspicacias y recelos despiertan.

El lograr esta cooperación del mayor número posible de individuos es uno de los problemas que más interesan a la economía nacional; si se consiguiera que todos los españoles invirtieran algún capital en empresas de este género, habrían de repercutir hondamente en la vida de la Nación y aun en la marcha de la Humanidad. Las sacudidas sociales que presenciamos son consecuencia de un reparto defectuoso de la propiedad y de la riqueza, y para remediarlo ha de llegarse a uno de estos dos extremos: o que nadie sea propietario, o que lo seamos todos. Los hechos así lo vienen demostrando, puesto que en los países y, dentro de éstos, en las regiones, más ricas o más pobres, pero donde la propiedad está muy repartida, los problemas sociales no se agudizan como en otros en que la propiedad está en manos de algunos privilegiados. Para ser conservador hay que tener algo que conservar.

Queda tanto que hacer, que cualquier objetivo que inmovilice grandes capitales y no ofrezca un rendimiento seguro e inmediato, es de difícil ejecución.

Sólo la acción tutelar del Estado ha de suplirlos directa o indirectamente, pero siempre sobre la base de conseguir el bien común, suprimir privilegios y consentir el mayor campo y libertad de acción a la iniciativa individual.

VII

Resumen y conclusiones que se someten al Congreso de Ingeniería.

PRIMERA CONCLUSIÓN. Al organizar un plan nacional de resurgimiento industrial, es de capital importancia buscar los medios que proporcionen a la industria nacional energía motriz segura y a bajo precio.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

SEGUNDA. Interesa en primer término conseguir la utilización de las llamadas fuerzas naturales y muy particularmente la de la energía hidráulica disponible en el territorio nacional, distribuyéndola en forma que se beneficie de ella en todo el territorio.

TERCERA. Debe procederse a la ejecución de la red nacional de distribución de energía eléctrica con carácter de urgencia, en consonancia con el informe presentado por la Comisión permanente española de Electricidad, una vez completado el estudio, como medio eficaz de conseguir el abaratamiento de la fuerza motriz.

CUARTA. El Estado debe reglamentar la forma en que pueden emplearse los combustibles minerales, para estimular su utilización completa; gravar los carbones que se quemen directamente a medida que sea posible, y dar facilidades que abaraten el uso de combustibles gaseosos y líquidos obtenidos por destilación y gasificación de los minerales, los cuales deben ser de preferencia los que se reserven para usos domésticos.

QUINTA. Los benzoles y esencia, y los aceites pesados, productos de destilación que se emplean en motores de explosión y de combustión interna, no deben soportar cargas del Fisco.

SEXTA. Como contrapartida del contenido en la conclusión anterior, conviene aumentar los impuestos que gravan los vehículos de dos ruedas, cualquiera que sea el fin a que se destinen, y gravar también paulatinamente con impuestos crecientes los animales destinados a arrastre. En los puertos, en las urbes de 100.000 habitantes y en las regiones mineras e industriales, los impuestos sobre carros de dos ruedas y animales de tiro, pueden ser prohibitivos, reservando el arrastre de sangre para la agricultura y casos particulares en el que la tracción mecánica no sea posible.

SÉPTIMA. Los talleres y fábricas, lo mismo que los materiales y combustibles que se destinen a la fabricación de motores y de material de transporte, deben merecer preferente atención y la protección de los Poderes públicos.

OCTAVA. Revisión de la ley de Aguas."

Las conclusiones propuestas por el Sr. SALTO fueron ampliamente discutidas por los Sres. GONZALEZ LLANA desde el punto de vista de la destilación de los combustibles sólidos que propone el Sr. Salto, y la dificultad de encontrar combustibles líquidos naturales en España, y por el Sr. IZQUIERDO, desde el punto de vista fiscal y aduanero.

El Sr. MONZON amplió los conceptos expuestos por el Sr. Izquierdo, y propuso se modificase la conclusión quinta, acordándose, a propuesta del Sr. PRESIDENTE, se aplace su discusión hasta que se lean los trabajos anunciados sobre combustibles para motores Diesel. También

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

se acordó modificar la conclusión octava a propuesta del Sr. MANZANO, en el sentido de revisar la ley de Aguas en lo que esta ley se refiere a aprovechamiento de energía hidráulica.

Se tomó en consideración la proposición del Presidente, Sr. Morillo, que las conclusiones del trabajo del Sr. Salto pasen a la Sección 12.ª para que se tengan en cuenta al tratar del plan de reconstitución nacional.

A continuación, el Secretario, Sr. MONZON, dió lectura del resumen del siguiente trabajo del Sr. González Hontoria:

"NECESIDAD DEL ESTUDIO Y EXPERIMENTACION EN LA ELECCION DE LUBRICANTES

Por D. ANTONIO GONZÁLEZ-HONTORIA, *Comandante de Artillería.*

Señores:

Entre los numerosos problemas que afectan al perfeccionamiento de la industria y que están necesitados de especial atención por parte de las personas capacitadas para abordarlos, destaca, a mi entender, con el extraordinario relieve que le da su íntima conexión con el consumo de energía, el problema denominado de la lubricación.

Tarea superflua e innecesaria resultaría tratar de encarecer ante tan competente auditorio la importancia que el mismo encierra y todos los diversos extremos que abarca: en vuestra labor diaria estáis apreciando continuamente las enormes cantidades de energía que absorben los rozamientos de los órganos de las máquinas y los desgastes y deterioros que ocasionan en los mecanismos; y de sobra sabéis también que para evitar en lo posible tales inconvenientes, no es suficiente dar a las piezas formas adecuadas, elegir sus materiales y preparar convenientemente las superficies, sino que se precisa además interponer entre ellas substancias cuyas propiedades les permitan aminorar el rozamiento, transformando el "inmediato" de los sólidos en otro "mediato", o "untuoso" al menos.

Mas si vuestro perfecto conocimiento de tales hechos dispensa la explicación detallada de los mismos, es aliciente poderoso, en cambio, que impulsa mi ánimo a solicitar vuestro valioso apoyo en favor de la proposición que me permito someter a la consideración de este Congreso, sin otro objeto que el de contribuir en la medida de mis escasas fuerzas a que se conceda una mayor atención a la elección de substancias lubricantes.

Cuando se acude, como medio de información, a algunos estableci-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

mientos fabriles españoles en demanda de las razones o sistemas que les sirven de norma para elegir, en cada caso concreto, los lubricantes por ellos empleados, es respuesta que con frecuencia se obtiene la de que el precio considerado abstractamente, la rutina proseguida varios años, o sencillas apreciaciones prácticas, acompañadas, cuando más, de alguna ligera prueba indicadora de posibles falsificaciones, son causa de la preferencia otorgada a productos que a veces ni los propios vendedores anunciaron para el uso a que se dedican.

Extraño parece a primera vista que, en factor tan importante de la economía de energía, no siempre se proceda con la escrupulosidad y esmero que a otros puntos menos esenciales se dedican; pero acaso encuentre su explicación semejante anomalía en la imperfección de los procedimientos hasta hoy conocidos para esas elecciones, cuyas deducciones no siempre se ven sancionadas por la práctica, y en la falta de una teoría completa del engrase, que, abarcando las múltiples y variadísimas circunstancias en que los movimientos se producen, explique satisfactoriamente el fenómeno de la lubricación. Ahora bien: si estas razones pueden admitirse como disculpa al abandono de la cuestión cuando se trata de establecimientos imposibilitados de dedicar parte alguna de sus fondos a experimentaciones de tan problemáticos resultados, tienen que censurarse forzosamente en los que disfrutan vida próspera y desahogada; que las experiencias, trabajos y teorías establecidas por tan ilustres personalidades en el campo de la Ciencia, como Thurston, Petroff, Osborne Reynolds, Beauchamp Tower, Goodman, Poiseuille, Kimball, Lord Rayleigh y otros muchos cuya enumeración sería abuso de vuestra paciencia, han ido abriendo un camino, al margen del cual no es lícito permanecer en espera de su total terminación, no sólo por la conveniencia de utilizar desde luego las bases científicas en que se va asentando, sino por evitar también que sea España excepción en este punto y no contribuya, como otras naciones, a su completa solución.

En esta idea me fué afianzando la meditación y lectura de algunos trabajos referentes al problema; y aunque la impresión que del mismo tengo ya tuve ocasión de exponerla en la revista profesional artillera, me voy a permitir aquí esbozarla brevemente, por si el hacerlo sirviera para sumar adhesiones a mi causa.

* * *

Misión de los lubricantes es lograr el perfecto aislamiento de los sólidos entre que se alojan, substituyendo el rozamiento de éstos por el de sus propias moléculas entre sí. Substancia ideal sería, desde el

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

punto de vista del engrase, aquella que, recubriendo con adherencia perfecta las superficies sólidas de contacto, de películas capaces de aislarlas completamente, no diese lugar a rozamiento alguno por los movimientos que en su masa provocaría el tangencial de las superficies. A estas dos propiedades esenciales habría de unir otras varias, tales como: estar exenta de ácidos u otras substancias susceptibles de ejercer acción química sobre las superficies recubiertas; tener temperatura de congelación inferior y de vaporización superior a la de las condiciones de trabajo; no dejarse influenciar por los agentes atmosféricos, ni sufrir descomposiciones o modificaciones en los movimientos, y carecer de polvo, arenillas u otras materias capaces de producir rozamientos de consideración.

Estas últimas propiedades, por preparación conveniente de los productos unas, y para distintos casos otras, las poseen las substancias lubricantes con grado de perfección aceptable en las necesidades prácticas; y a los fines de apreciar la medida en que las llenan para una aplicación determinada, existen pruebas definidas y de empleo corriente que, unidas a otras, tales como las de saponificación, valor del yodo, refracción, densidad, etcétera, permiten comprobar además si se está en presencia de una falsificación o del producto deseado.

Respecto a las dos propiedades esenciales, que llamaremos solamente "adherencia" y "viscosidad", por huir de diversos nombres que hacen más confuso aún el concepto que de las mismas tenemos, ninguna substancia las posee hasta el punto que idealmente supusimos; pero la existencia en un producto de ambas propiedades sirven para clasificarlo como lubricante, dependiendo del mayor o menor predominio de ellas la facultad de disminuir el rozamiento en las diversas condiciones que en los movimientos se presentan.

El poder de adherencia, factor a su vez del espesor de capa lubricante que queda alojado entre dos superficies sólidas cuando la presión de contacto aumenta, no ha logrado medirse todavía, a pesar de los estudios hechos acerca de los fenómenos de capilaridad, tensión superficial de los líquidos, cohesión de éstos con los sólidos, etcétera; y acaso sea éste uno de los puntos que más contribuyen a que permanezca entre sombras el fenómeno de la lubricación.

La viscosidad o resistencia interior de los líquidos aparece más claramente definida, y puede medirse por aparatos apropiados; pero como influyen poderosamente en ella, así como en la propiedad anterior, la temperatura, presión y velocidad con que el movimiento de las máquinas se desarrolla, es necesario establecer con más precisión que la lograda hasta ahora las leyes que la ligan a estas últimas, prosiguiendo a tal fin las experiencias de varios investigadores.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Del estudio de esas propiedades esenciales, se vendrá en definitiva al conocimiento del "coeficiente de rozamiento", que es la medida del que en un movimiento se desarrolla, y la base fundamental para la elección del lubricante, de no existir otras circunstancias por las cuales pierda la substancia sus cualidades. De ahí, que su determinación sea el verdadero problema a resolver, habiéndose buscado la solución directamente, o tratando de conocer las leyes que lo relacionan a la naturaleza, estado, forma y extensión de las superficies de contacto, y a la adherencia y viscosidad, y en consecuencia, también, a la velocidad, presión y temperatura.

Algunos han pensado que puesto que el rozamiento se transforma en calor elevando la temperatura de los órganos de las máquinas, fácil sería venir en conocimiento de aquél por la medición de esta última; pero tal procedimiento no tiene en cuenta el calor que se marcha con la substancia lubricante expulsada, el absorbido por el resto de ella, que influye en el espesor y rozamiento interior de la capa lubricante, y las pérdidas por radiación y conductibilidad, que también son imposibles de medir. Existen varias máquinas y aparatos que determinan el rozamiento por el valor de una fuerza que lo equilibra. Sus servicios son muy útiles cuando, trabajando en las mismas condiciones de presión, velocidad y temperatura con que han de funcionar los órganos de las máquinas cuyos lubricantes se trata de elegir, resultan estas circunstancias a propósito para la formación de una capa de substancia que aisle completamente la superficie sólida. En estas condiciones, que constituyen el caso de engrase perfecto, el rozamiento dependerá, casi en su totalidad, de la viscosidad a la temperatura, presión y velocidad del trabajo, y será de preferir aquel producto que la ofrezca menor; pues aunque existe siempre algún rozamiento del lubricante con los sólidos (rozamiento que forma parte del total), su valor es de poca consideración en los engrases perfectos.

Cuando la presión, temperatura o velocidad, o bien la combinación de estos factores, provoquen expulsiones de substancia lubricante que dejen establecer a las superficies sólidas el contacto o, al menos, entrelazar sus particulares salientes, aun conservándolas cubiertas de ligerísima película grasienta, el engrase será imperfecto y el rozamiento de los sólidos vendrá a unirse al interior y exterior del lubricante.

Como el rozamiento de los sólidos es siempre considerablemente más elevado que el de las substancias de engrase, la norma que debe seguirse entonces en la elección de éstas es buscar ante todo aquellas que se mantengan alojadas en capas del mayor espesor posible, reduciendo así al mínimum el contacto sólido. La adherencia toma ahora toda su importancia, y la viscosidad interesa en forma contraria al caso ante-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

rior, ya que un menor rozamiento interior no puede servir de compensación al rozamiento sólido, y, en cambio, la mayor viscosidad contribuye en algún grado a dificultar la expulsión del lubricante.

Recobrando también entonces la naturaleza, forma, etcétera, de las superficies de contacto, una intervención más activa en el rozamiento, los ensayos realizados en las máquinas de prueba, pueden dar a veces resultados que difieran mucho de los que se aprecien luego en la práctica con las de trabajo, sufriendo por ello un desengaño que conduzca quizá (como debió ocurrir en algunos de nuestros establecimientos fabriles) al abandono de toda prueba.

En la industria son poco frecuentes, generalmente, casos extraños, como los que hemos presentado, y la intervención de la adherencia y viscosidad aparecen diversamente combinados, pudiendo sacarse bastante utilidad de las máquinas de ensayo si se practica en ellas con frecuencia y asiduidad y se tienen presentes las teorías que, aunque incompletas, están establecidas ya para el engrase.

El sistema de engrasador que se utilice no encierra, a mi parecer, todo el interés que se le pretende dar, por ser más bien la calidad que la cantidad la que juega papel preponderante; pero debe suministrar el lubricante con exceso, aunque haya necesidad de tomar disposiciones para recoger el que no penetre o sea expulsado de la superficie. Modelos se ofrecen para reducir a un mínimum el consumo, que deben desecharse, dados los deterioros importantes que pudieran acarrear en cualquier anormalidad del movimiento. También existen otros llamados "de inyección" que pretenden conseguir un mayor espesor de capa lubricante; hasta ahora no parece que hayan dado el resultado apetecido.

En lo concerniente al precio de las substancias de engrase, salvo el caso de igualdad en las demás condiciones, jamás debe ser factor decisivo en la elección; preferible es una substancia buena, antes que económica; que por reducido que sea su valor, difícilmente podrá compensarse el mayor consumo de energía originado por un mayor rozamiento.

En las experiencias practicadas hasta el día para establecer las leyes que ligan el coeficiente de rozamiento con las diversas causas que lo modifican, se ha tropezado con grandes dificultades, que dimanan de la imposibilidad de mantener constante todos los factores de que depende, a excepción de aquel cuya influencia se quiere determinar. Dada la estrecha cohesión que guardan entre sí, la variación de uno de ellos provoca forzosamente la de los demás; pero, no obstante, con el auxilio de hipótesis, se ha logrado sentar algunas relaciones, admisibles entre ciertos límites, que, como las de Petroff para el rozamiento mediato, reciben aplicación en muchos casos prácticos.

* * *

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

He bosquejado ligerísimamente algunos aspectos del problema del engrase, en la creencia de que, convencidos, como seguramente estabais previamente de su importancia y de la necesidad de estudiarlos detenidamente para el mejor acierto en las elecciones de lubricantes, el mencionarlos me dispensaría de exponer más sólidas razones en apoyo de los fines que me han decidido a escribir estas modestísimas cuartillas, y que no son otros que llamar la atención de las fábricas y laboratorios acerca de la necesidad de interesarse en la cuestión, proponiéndoles a tiempo que aunen en acción común sus conocimientos del asunto.

Y ya que animados del mejor deseo para el progreso científico e industrial de España, se ven congregadas aquí brillantes representaciones de dichas entidades, pudiera darse un primer paso en el indicado sentido si se acordase la constitución de una Comisión de vuestro seno que fijase las pruebas a que desde luego debe someterse la elección de los lubricantes en las fábricas y marcase orientación a los laboratorios respecto a los extremos más esenciales a resolver, que, abordados por ellos con el estudio y experimentación, seguramente llegarían a solucionar en breve plazo."

Siendo la una de la tarde, y no habiendo tiempo para terminar el orden del día anunciado, se aplazó la lectura de los trabajos pendientes para la sesión próxima.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

ACTA DE LA SESION DEL DIA 21 DE NOVIEMBRE DE 1919

Se abre la sesión a las once de la mañana.

El Sr. PRESIDENTE lee el trabajo del Sr. Winter sobre "Vigilancia de calderas". Como trata el autor en su Memoria de cuestiones relacionadas con la Enseñanza, la Mesa acordó dar cuenta de la misma a la Sección correspondiente.

A continuación, D. DOMINGO MENDIZABAL leyó una comunicación suya, cuyo contenido es el siguiente:

"NECESIDAD DE LA CREACION EN ESPAÑA DE UNA COMISION ENCARGADA DEL ESTUDIO DE LA UNIFICACION DE LAS CONDICIONES DE FABRICACION DE LOS DIVERSOS MATERIALES EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCION E INDUSTRIA Y EL ESTABLECIMIENTO DE TIPOS UNIFORMES PARA LAS DIVERSAS RAMAS DE LA MISMA

Por D. Domingo Mendizábal, *Ingeniero de Caminos.*

No pudiendo, por habérmelo impedido urgentes e inaplazables ocupaciones, y como hubieran sido mis más vivos deseos, presentar al Congreso de Ingeniería, en su reunión de 1919, algún trabajo digno de la importancia que sus sesiones han de alcanzar, por el interés de los temas que en las mismas serán discutidos y la transcendencia de los trabajos presentados, desarrollados con verdadera brillantez por sus autores, y no queriendo, sin embargo, dejar de cooperar, aunque modestamente, a sus fructíferas tareas, me limitaré a dirigir al mismo una comunicación referente a un asunto que estimo de verdadera importancia para la industria y la economía patrias, e invitarle a que si, como espero, toma en consideración mi propuesta, se dirija al Gobierno llamándole la atención sobre la urgencia de estudiar la forma de que, cuanto antes, se llegue a la más completa unificación de las condiciones de fabricación de los materiales empleados en la construcción y la industria.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

No he de hacer la ofensa a los Congresistas de suponer que ignoran las tendencias modernas, ya iniciadas antes de la guerra, más acentuadas durante ésta y todavía más intensamente desarrolladas posteriormente, de procurar la más completa unificación en las condiciones de fabricación de los diversos materiales empleados en la industria, en la construcción, en el comercio, reduciendo a un mínimo el número de tipos existentes de cada uno de ellos, así como el de las máquinas, construcciones, aparatos formados con la unión de los materiales más elementales.

Sería, no solamente molesto para los que escuchan esta comunicación, sino también quizá poner en duda su cultura, si me extendiera y tratara de detallar las importantes y considerables ventajas que se derivarían de esta unificación.

¿Cuán grande economía no se obtendría, tanto en las fábricas donde se construyen aquellos materiales, como en los talleres donde se montaran y empleasen, al reducir considerablemente los tipos y colecciones de los mismos?

Su fabricación en serie se abarataría y simplificaría, haciéndola más rápida y perfecta.

Evitaría equivocaciones, a veces irremediables, al no interpretarse debidamente planos y nuevos proyectos; ahorraría el trabajo, y, por lo tanto, el tiempo empleado al redactar éstos, seguramente bien estudiados, pero que al ser reflejo de un criterio personal quizá se distinguiera ligeramente de otros tipos ya construídos y estudiados y que pudieran servir, en el caso concreto de que se tratara, sin modificación alguna.

¿Pueden calcularse las ventajas que en la guerra pasada se hubiesen obtenido de existir tipos uniformes de carácter internacional, en los diversos y muy variados elementos y materiales que han tenido necesidad de usar los contendientes de uno y otro bando?

No quería, como antes indiqué, hacer mención alguna de las ventajas derivadas de la adopción de este criterio unificador; pero son tantas y de tanto peso, que es difícil substraerse a la tentación de señalar algunas.

En el Extranjero, desde hace buen número de años, existen Comisiones que, laborando continuamente, se dedican a este arduo y difícil problema.

En los Estados Unidos funciona desde fecha bastante alejada el "Bureau of Standards", el que ha publicado numerosos e importantes trabajos, conocidos seguramente por todos los que escuchan la lectura de esta comunicación.

En Inglaterra funciona igualmente, y con gran fruto, el "Engi-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

neering Standards Committee", que también ha publicado copiosos trabajos.

En Francia se crearon en enero y abril de 1918, respectivamente, "La Comission pour l'unification des cahiers des charges des produits metalurgiques" y "La Comission pour l'unification des cahiers des charges des materiaux de construction autres que les produits metalurgiques", habiéndose refundido ambas en la más importante y de un carácter mucho más general creada en junio de 1918, denominada "Commission permanente de Standardization".

Esta Comisión ha emprendido con gran entusiasmo sus trabajos, y ahora comienza a reunir informes y opiniones que la permitirá en breve dar a conocer algunas propuestas concretas.

Alemania ha creado también análogo organismo, llamado "Normenausschuss der deutschen industrie", no conociéndose los resultados de sus estudios por las dificultades todavía existentes para poder disponer de publicaciones alemanas.

En España, aunque poco, algo se ha laborado en el mismo sentido, fruto de las experiencias alcanzadas al tropezar, en diversas ramas de la actividad ingenieril, con importantes dificultades.

El Cuerpo de Ingenieros militares ha estudiado una interesante y bien orientada colección de "Pliegos de condiciones", que aplica para la adquisición y empleo de la mayor parte de los materiales que utiliza.

Hace ya algún tiempo fué nombrada una Comisión para estudiar la unificación de pliegos de condiciones de cementos, y recientemente ha publicado luminoso informe.

También se creó una Comisión para el estudio de los pliegos de condiciones e instrucciones para las construcciones de hormigón armado.

Muy recientemente, y, si no estoy mal informado, todavía no ha sido constituída, se nombró numerosa Comisión para la unificación de los tipos y condiciones de los materiales usados en ferrocarriles, tanto de vía ancha como de vía estrecha.

Quizá exista alguna otra Comisión u organismo en España llamado a estudiar la unificación de algún otro grupo de materiales; pero no la recuerdo en este momento.

Ahora bien: un organismo creado con completo carácter de generalidad, como los que funcionan en otras naciones y quedan anteriormente recordados, no existe en España, y estimo de verdadera conveniencia, de absoluta necesidad, su creación.

¿Cuándo? Estimo que inmediatamente.

No debe pasar más tiempo sin que en España se aborde y trate de resolverse tan importante cuestión.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Algunos mantienen el criterio que, en esta clase de estudios, se obtienen ventajas siendo el último en ocuparse de ellos, para así recoger el fruto de los estudios y experiencias de otros.

Aparte de que esta actitud no hace quedar en la más airosa situación al que sigue aquel criterio, se incurre en grave error y se pierde un tiempo precioso, retrasándose grandemente el momento de recoger el fruto de estas mejoras.

Además de que, si bien siempre conviene, para esta clase de estudios, inspirarse o, por lo menos, compulsar lo hecho en otras partes, no siempre se puede ni se deben aplicar ciegamente los resultados adoptados en aquéllas, por no encajar debidamente ni en las costumbres, aspectos especiales y necesidades de carácter nacional.

Por todo ello, me permito pedir a la Sección tome en consideración mi propuesta y la haga suya, no por la persona que la hace, sino por la importancia y transcendencia de la mejora que se puede obtener, y solicito del Congreso en pleno se dirija al Gobierno para pedirle la creación de dicha Comisión, que, por afectar a varios ministerios, quizá deba ser nombrada por la Presidencia del Consejo de Ministros.

Debe nombrarse cuanto antes, para que el estudio difícil y largo que hay que realizar se comience en el más breve plazo posible, utilizando desde luego para consulta cuantos estudios se hayan hecho por Comisiones análogas extranjeras, estando muy al tanto de cuanto hagan y publiquen todas ellas.

Esta Comisión debe funcionar de un modo permanente, y no debe vacilar, después de publicado algún trabajo, dirigida alguna pregunta o aconsejado alguna mejora, en rectificar sus dictámenes, si estudios posteriores, mejoras y descubrimientos industriales aconsejara nuevos tipos o modificaciones en los establecidos.

Dicha Comisión, dado lo extenso del campo del trabajo que debe desarrollar, debe subdividirse en numerosas Subcomisiones, las cuales, aunque trabajando independientemente y autonómicamente, deben llevar sus informes a la Comisión en pleno, para que exista la mayor unidad de criterio.

No he de tratar, pues sería labor superior a mis fuerzas y conocimientos, de hacer una enumeración de las Subcomisiones que deberían integrar aquélla (en la Comisión francesa funcionan veintidós Subcomisiones); pero solamente a título de comienzo de índice señalaré algunos de los materiales, industrias o construcciones que deben ser objeto de estudio y modificación:

Pliegos de condiciones de materiales metálicos.

Idem íd. de materiales pétreos.

Idem íd. de materiales grasos.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Pliegos de condiciones de maderas.
Idem íd. de combustibles.
Idem íd. de materiales para aplicaciones eléctricas.
Idem íd. de diversos materiales no comprendidos en los anteriores.
Unificación de tornillería.
Idem de material de aviación.
Idem de material para construcciones navales.
Idem del material fijo y móvil de ferrocarriles.
Idem de elementos varios para máquinas.
Idem de tuberías.
Idem del material para automóviles.
Idem del material y disposición de motores.
Idem del material eléctrico.
Idem del material y disposición de puentes metálicos.
Idem de aparatos de elevación.
Idem de tipos de calderas.
Idem del material de minas.
Idem del material de la industria química, etc., etc. No continúo esta ya larga relación, no solamente por evitar hacer excesivamente larga esta lectura, sino también para evitar omisiones y, sobre todo, por ser obra superior a los conocimientos de una sola persona; pero fácil habrá de ser a la Comisión, si llegara a nombrarse, llegar a la clasificación completa, dada la segura competencia de los que serán nombrados para formarla.

El funcionamiento de la misma habría de apoyarse sobre el mayor número posible de informes, para cada asunto y grupo o clase de materiales, pidiendo aquéllos a los técnicos más conocedores de cada caso concreto, a los productores y fabricantes, a los consumidores y compradores, a las revistas técnicas, sociedades científicas e industriales, etcétera.

Tengo el convencimiento que del funcionamiento de la Comisión se obtendrían inmediatamente los dos resultados que actualmente se persiguen con verdadero anhelo e interés: la baja de precios y la intensificación de la producción.

Antes de terminar, haré algunas consideraciones acerca de la palabra que se ha empleado anteriormente al hablar de la clase de trabajo que se desea y propone se realizase.

Se ha hablado de *unificación*.

¿Es ésta la traducción más acertada de la palabra, usada en el Extranjero con carácter casi general e internacional?

Esta palabra es "standardization", y con excepción de Alemania, se emplea en todas partes.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

¿No podría también traducirse "uniformación", "normalización"? Estimo que la mejor traducción es la empleada en el cuerpo de esta comunicación, o sea, "unificación"; pues no creo debe emplearse, como opina alguien con quien de estos asuntos he hablado, la misma palabra inglesa de "standardization", pues, aunque de carácter internacional, tiene una muy apropiada traducción, que es la que me permito proponer.

Resumiendo cuanto llevo expuesto, y para terminar, me permito rogar a la Sección tome en consideración la propuesta que a continuación detallo, y la transmita al Congreso en pleno:

PROPUESTA

El Congreso de Ingeniería, en su sesión de 1919, acuerda dirigirse al Gobierno pidiéndole cree una Comisión permanente para el estudio de la "unificación" de las condiciones de fabricación de los diversos materiales empleados en la construcción y en la industria y el establecimiento de tipos uniformes para las diversas ramas de la misma."

Toda vez que el Sr. Friend tenía presentado un trabajo completamente análogo al que precede, el Sr. PRESIDENTE propuso, y así se acordó, debían refundirse ambos, añadiendo también la necesidad urgente de proceder a una unificación de todas las unidades empleadas en la técnica. Añadió que la Sección 11.ª del Congreso se ocupa también de este asunto desde el punto de vista de la organización racional del trabajo, y que designará la Comisión que pide el Sr. Mendizábal, encargada de estudiar la unificación en Mecánica, Electricidad, Construcción, etcétera.

El Secretario, Sr. MONZON, dió lectura a una Memoria del señor Owipf, que dice así:

"EXTRACTO DE LA MEMORIA SOBRE "LOS MOTORES MARINOS DIESEL Y SUS APLICACIONES"

Por D. Enrique Owipf.

Uno de los problemas más importantes de la vida económica es el del porvenir de la flota mercante y su modo de propulsión. El progreso realizado por los motores de combustión amenaza cada vez más el reino de las máquinas de vapor, casi incontrastable hasta ahora. El rendimiento superior del motor marino Diesel (30 a 33 por 100, en vez de 8

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

a 10 por 100 de la máquina de vapor) demuestra el valor inapreciable de estas nuevas máquinas, cuya construcción ha sido emprendida ya por la "Sociedad Española de Construcciones Metálicas".

Los motores térmicos ya experimentados son los siguientes:

Los motores a gas pobre, a gasolina, a petróleo lampante, los motores semi-Diesel y los motores Diesel.

Solamente los últimos están destinados a substituir la máquina de vapor; pues solamente este tipo de máquina alcanza la fuerza necesaria, da las garantías indispensables de seguridad de marcha y está seguro de encontrar en todas las partes del Mundo combustible barato y en cantidad suficiente.

Los motores Diesel son ejecutados para funcionar, sea según el ciclo de cuatro, sea según el de dos tiempos.

El motor de dos tiempos ofrece ventajas importantes que le favorecen particularmente para el servicio de mar.

La construcción del tipo de motor marino llamado tipo Sulzer y construído en Bilbao, es más sencillo: comprende solamente dos válvulas por cilindro, en vez de cuatro a seis de los demás motores de dos y cuatro tiempos.

La fuerza producida para la misma cilindrada es doble de la del motor de cuatro tiempos, y el consumo de combustible es igual o poco superior.

El espacio ocupado y el peso de la instalación son inferiores, respectivamente, en un 30 y un 40 por 100.

El motor de dos tiempos puede marchar sin dificultad con aceite o con un gran tanto por ciento de asfalto. Estos forman un 80 por 100 de los petróleos conocidos; utilizados hasta ahora solamente para las calderas, son baratos y se encuentran en casi todos los puertos importantes.

La parte más característica del motor de dos tiempos es el modo de barrer los gases de la combustión en los cilindros. La disposición más ventajosa es la que se hace por lumbreras, en vez de válvulas, colocadas en las culatas; lo que permite un barrido más eficaz por medio de una válvula auxiliar (patente Sulzer). El aumento de fuerza resultante de este modo de barrer es de 15 a 30 por 100.

El primer motor marino de 100 HP. de fuerza y cambio de marcha directa fué construído en 1906. Marca el principio de un desarrollo prodigioso; pues ya en 1912 encontramos buques de 1.000 HP. de fuerza efectiva, y en la fecha existen centenares de buques mercantes y de guerra, buques de más de 10.000 toneladas y fuerzas superiores de 3.000 HP. por motor; ya los buques transatlánticos y acorazados están al alcance de estas nuevas máquinas.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

La causa de este desarrollo prodigioso está, sobre todo, en sus ventajas sobre la máquina y turbina de vapor.

Una de las principales es el aumento de la carga y de las bodegas del buque con motores (15 y 30 por 100), el consumo reducido y económico del motor (0,2 kilogramos, en vez de 0,5 kilogramos de aceite en los mejores buques de turbinas y de UN kilogramo de carbón por HP. efectivo y hora en las máquinas de vapor). Debido a esto y el poder calorífico superior del aceite combustible, el radio de acción de los buques con motores, con el mismo peso de combustibles es aumentado en 400 a 500 por 100.

Los motores no gastan ningún combustible en las horas de parada y de espera del buque; su consumo es independiente del cuidado del maquinista (y no es afectado por la edad del buque; todo lo contrario de lo que ocurre con las máquinas de vapor). Además, la combustión es completa, sin dejar cenizas ni escorias.

La supresión de las calderas con sus reparaciones, su consumo de agua dulce, así como la supresión de los fogoneros, es causa de economías importantes. La facilidad de llenar los tanques de combustible efectuado por tuberías y bombas exclusivamente, sin pérdida de tiempo y sin producción de polvo, la supresión del humo de las chimeneas, la temperatura moderada de la sala de máquinas, así como el servicio fácil de los maquinistas, son otras ventajas muy apreciadas.

El motor está siempre listo para marchar sin preparación previa, el cambio de la velocidad se hace también sin preparación, la regulación de la velocidad en mar agitado se efectúa automáticamente y sin disminución notable.

El combustible utilizado está al amparo de explosiones o incendio. Para la Marina de guerra, el motor marino ofrece ventajas no menos importantes: en los submarinos, el motor ha substituído ya todas las otras máquinas; en los buques ligeros, torpederos, cazasubmarinos, guardacostas y buques de vigilancia, ha demostrado durante la guerra pasada su superioridad sobre la máquina de vapor. Hasta en los buques mayores, acorazados, y en cruceros, encontramos ahora motores Diesel de producción de fuerza y de luz, y pronto veremos los primeros motores substituyendo las máquinas y turbinas de vapor. La fuerza necesaria para su propulsión será alcanzada pronto, pues ya antes de la guerra hemos visto un motor monocilindro de 2.000 HP.; de modo que la fuerza total de un buque de CUATRO hélices y motores de SEIS cilindros alcanza ya 50.000 caballos.

La comparación de buques idénticos con motores y máquinas de vapor han demostrado a menudo la superioridad económica del primero. Los beneficios suplementarios alcanzan al año cifras importantísimas

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

(más de 10 por 100 del valor del buque, si el precio del aceite es el doble del carbón).

El alza del precio de la hulla y la reducción de la producción carbonera de los mayores países proveedores ha puesto los motores marinos a la orden del día.

La existencia de una flota mercante económica y fuerte es importantísima para el porvenir de España. Para el desarrollo de estrechas relaciones con los países hermanos de la América, el buque con motores es particularmente apropiado. Encontrará en estos países, en todas sus escalas, combustible baratísimo, mientras que el vapor tendrá dificultades para soportar la competencia con los buques de los demás Estados, transformados ya, en gran parte, en buques con motores.

Por estas razones, el trabajo empezado por la "Sociedad Española de Construcciones Metálicas" es sumamente importante para el porvenir de España y merece el interés general del país."

Leído este trabajo, pidió aclaraciones el Sr. VILLEGAS sobre algunos detalles de la compresión previa del aire de alimentación.

El Presidente, Sr. MORILLO, hizo observar que la aplicación de dichos motores estaba supeditada a la posibilidad de tener petróleo bruto de procedencia extranjera, lo cual podría ser un serio inconveniente para la Marina de guerra, no obstante reconocer las evidentes ventajas técnicas de los motores Diesel.

El Sr. BASTOS replicó a lo anterior que con las creosotas que en España podrían obtenerse por la destilación de las hullas sería suficiente para asegurar el funcionamiento de tales motores.

El autor de la Memoria, Sr. OWIPF, hizo observar que con creosota, y muy especialmente los motores marinos, marchaban poco satisfactoriamente, por lo cual había que considerar al petróleo bruto como el combustible por excelencia para motores Diesel.

Concedida de nuevo la palabra al Sr. OWIPF, dió lectura al trabajo que copiamos a continuación, y del cual es autor:

"EXTRACTO DE LA MEMORIA SOBRE "EL MOTOR DE COMBUSTION DIESEL ESTACIONARIO Y SUS APLICACIONES"

Por D. Enrique Owipf.

El motor Diesel, el motor térmico más económico existente, transforma aproximadamente el 35 por 100 del calor del combustible en fuerza motriz, en lugar del 5,12 por 100 de lo que se transforma en la

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

máquina de vapor. La economía realizada es, por consiguiente, importantísima, y bien merece este motor un estudio de sus calidades y aplicaciones.

El motor es construído para la marcha a dos y a cuatro tiempos. El primer tipo resulta de 30 por 100 más ligero que el segundo, y su fuerza es 75,90 por 100 más elevada; en cambio, el consumo del motor en cuatro tiempos es de 5,7 por 100 menos favorable, y su construcción es, generalmente, más fácil.

En comparación con sus competidores los motores de gasolina, de gas y los motores semi-Diesel, el motor Diesel se distingue favorablemente por su marcha con combustibles baratísimos, y se construye también para fuerzas elevadas. De aquellos motores y de la máquina de vapor se distingue además por su consumo económico para todas las cargas e independiente del cuidado del personal de servicio, por su construcción más sencilla, sin calderas, máquinas auxiliares, etcétera, y por la sencillez de sus cimientos y de la instalación misma. Otra ventaja resulta de la propiedad de estar siempre listo para arrancar sin preparación alguna y de la posibilidad de utilizar el calor del agua de refrigeración y del escape, utilizando de esta manera hasta el 80 por 100 del calor total del combustible.

El rendimiento térmico de las varias máquinas es el siguiente:

Motor Diesel con utilización del calor del escape, 80 por 100.

Idem íd. ordinario, 30,35 por 100.

Idem de gasolina y motor semi-Diesel, 23 por 100.

Máquina de vapor de triple expansión y vapor recalentado, 15 por 100.

Idem con vapor saturado, 11 por 100.

Máquina "compound" a condensación, 9 por 100.

También la cantidad reducida del agua de refrigeración es importante. La máquina y, sobre todo, la turbina de vapor a condensador de superficie, exige hasta 1.500 litros HP.-hora, mientras que el motor Diesel gasta solamente de 15,25 litros para la misma fuerza.

El desarrollo del motor Diesel ha sido rapidísimo. Desde su primera utilización industrial, en 1900, hasta la fecha, se han construído motores de más de dos millones de HP. con fuerzas de 20-4.000 HP. por motor, motores estacionarios, marinos, hasta motores para locomotoras y automóviles.

Claro es que el motor está destinado en primer lugar para las regiones petrolíferas; pero sus ventajas le aseguran también utilización provechosa en los demás países. La propiedad de estar siempre listo para marchar le favorece particularmente para las instalaciones hidráulicas de producción de fuerza en las horas de gran consumo o en tiempo de

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

sequía, y también como máquina de reserva en todos los lugares, en donde el paro por falta de flúido acarrea pérdidas o averías. La utilización del calor del agua de refrigeración y de escape es apreciable para todas las industrias, que necesitan en un mismo tiempo fuerza y calor, produciendo así en un mismo tiempo, y sin aumento de coste, fuerza, luz y calefacción.

Otro ramo de utilización del motor es la tracción ferroviaria. La economía, en esta última aplicación, es importante. En las locomotoras actuales con combustión de hulla o de mazut, el rendimiento térmico no alcanza al 5 por 100; el consumo de las locomotoras Diesel, por el contrario, será de 5,7 veces más económico.

También en la maquinaria para la Agricultura, en los automóviles y camiones, el nuevo motor encontrará numerosas aplicaciones.

Su fabricación es idéntica a la de la máquina de vapor; pero exige una precisión mayor de ejecución, y material de resistencia más elevada.

Según el lugar, la aplicación española del motor Diesel será distinta. En las cuencas carboníferas, el motor será utilizado como máquina de reserva a marcha con creosota.

En las demás regiones, encontrará utilización creciente en las instalaciones hidráulicas existentes, y para suministrar la fuerza suplementaria en las horas de gran consumo o como máquina de reserva en tiempo de sequía o accidente. Será apreciado además en las instalaciones de riego, en la Industria, la navegación, etcétera.

Desgraciadamente, el motor no ha encontrado todavía la atención que merece. Debido a los derechos exagerados de importación del combustible principal (mazut), el desarrollo ha sido menos importante que en los demás países. La supresión de estos derechos (250-370 pesetas por tonelada), ya suprimido en todos los países vecinos, permitirá suministrar a la Industria fuerza a precios baratos, de modo que el precio del kilovatio actual de 0,15-0,20 pesetas en España se reducirá pronto al precio de los países vecinos (0,05-0,06 pesetas).

Realizada esta supresión, el motor Diesel encontrará utilización creciente, y será llamado a desempeñar un papel importantísimo en la vida económica del país."

El anterior trabajo fué ampliamente discutido por los Sres. BASTOS y GONZALEZ LLANA respecto a la necesidad de proponer la disminución del derecho arancelario del petróleo bruto para fomentar el desarrollo de estos motores, por el primero de ambos señores, y haciendo ver el Sr. GONZALEZ LLANA que si bien la industria carbonífera está hoy en un período de prosperidad, podría no estarlo en

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

lo sucesivo, y que esta es cuestión que debe tenerse muy en cuenta al tratar del régimen fiscal de los petróleos brutos.

El Sr. LUCINI hizo observar que el trabajo del Sr. Owipf no establecía comparaciones entre los motores Diesel y los de gas pobre, siendo estos últimos, a su juicio, los que, dado el estado actual de la cuestión, podrían resolver el problema de obtener fuerza motriz económica en instalaciones fijas y sin depender de productos extranjeros, ni aun siquiera de la industria de la destilación de la hulla.

Esta observación fué discutida por los Sres. GONZALEZ LLANA y BASTOS, considerando al motor Diesel como más ventajoso en España, y por el Sr. IZQUIERDO, haciendo ver que, no obstante las ventajas técnicas de estos motores, el hecho de utilizar combustibles no nacionales los hacía inferiores prácticamente a los motores de gas pobre.

Y habiéndose acabado la discusión de los asuntos que figuraban en el orden del día, se levantó la sesión a las trece horas.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

ACTA DE LA SESION DEL DIA 22 DE NOVIEMBRE DE 1919

Se abre la sesión a las once de la mañana.

El Vicepresidente, Sr. GONZALEZ LLANA, leyó el trabajo del Sr. González Gutiérrez, sobre "Unificación de signos convencionales", acordándose que la conclusión que sienta dicho trabajo se añada a las que, sobre "Unificación de tipos y medidas", han propuesto otros señores Congresistas, y que se comunique a la Sección 11.ª

El Secretario, Sr. LUCINI, dió lectura a continuación a los trabajos de los Sres. Montel y Rolandi, sobre "Regulador de caudal" y "Aparatos para extracción de agua de pozo". No hubo discusión sobre ambos trabajos. El del Sr. Rolandi dice así:

"EXTRACTO DE LA MEMORIA DESCRIPTIVA "APARATO PARA EXTRACCION DE AGUA DE POZO O ALJIBE"

Por D. Enrique Rolandi, *Comandante de Ingenieros del Ejército.*

INCONVENIENTES DE LOS POZOS Y ALJIBES CON BROCAL ABIERTO

El procedimiento corriente de extracción de agua con cubos en los pozos y aljibes, aunque es el más económico, tiene los inconvenientes siguientes: primero, poca seguridad, pudiendo caer dentro personas; y segundo, higiénicamente, que pueden caer substancias que hagan que el agua no sea potable, pudiendo también contaminarse los cubos.

MANERA DE EVITAR LOS INCONVENIENTES ANTERIORES

Para evitar estos inconvenientes, convendrá cerrar la boca del pozo o aljibe, extrayendo el agua, bien con bombas, que presentan el nuevo inconveniente de las reparaciones constantes de los ajustes de sus émbolos y válvulas, o bien con aparatos especiales, como el Jonet, del que daremos una idea.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

LIGERA DESCRIPCIÓN DEL APARATO JONET

El aparato Jonet consiste en dos cubos colgados de una cadena que pasa por una polea; estos cubos tienen su fondo móvil, constituyendo una válvula, que se abre cuando llega el que sube lleno de agua a la parte más alta de su carrera, recogiéndose dicha agua por un canal que lo rodea, y tiene salida al exterior. Para que cambie el sentido del movimiento de los cubos y suba el otro lleno, automáticamente el golpe del que se vacía cambia unos trinquetes que hacían de fiador al movimiento. Todo va encerrado, evitando las contaminaciones; pero presenta los nuevos inconvenientes siguientes: primero, la renovación frecuente de los ajustes de la válvula de fondo de los cubos; y segundo, los golpes que dan éstos, que producen rápidos deterioros.

APARATO DE NUESTRO SISTEMA

A fin de evitar todos los inconvenientes, ideamos un aparato de extracción de agua, que se describe en este trabajo, del cual hemos construído varios que dan excelentes resultados, y que se instalaron en casetas de carabineros de las provincias de Murcia y Alicante.

DESCRIPCIÓN DEL APARATO

Si tenemos un recipiente lleno de agua y se introduce dentro un cuerpo de la forma de su interior, se derramará el agua, quedando vacío cuando ocupe todo él. Este es el fundamento del aparato, siendo el recipiente el cubo que sube lleno de agua; por lo tanto, móvil, poniendo fijo el cuerpo que se introduce en su interior y recogiéndose en una canal el agua que se derrama.

El cubo es de forma troncocónica (figuras 3 y 4), con una pestaña en su borde, por donde se derrama el agua, y se cuelga del centro por un cono de fundición, teniendo en total peso suficiente para que no se vuelque al sumergirse.

El cuerpo que se introduce en el interior del cubo le llamaremos *contracubo;* tiene la forma exterior del interior de aquél (figuras 1, 2, 3 y 4), y también una pestaña en su borde, a fin de evitar entre agua en su interior.

La base del aparato forma la canal que recoge el agua, desaguando al exterior por un caño.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Los dos cubos cuelgan de una cadena que pasa por una polea, moviéndose ésta directamente o con intermedio de unos engranajes, dando vueltas a un manubrio.

En el eje del piñón del engranaje anterior, tenemos una rueda para el trinquete en forma de media luna, que apoyará en ella una u otra punta; así servirá de fiador a movimientos de sentido contrario. Para que el trinquete adopte estas posiciones, tiene unido un tubo cerrado con una bola pesada dentro, que estará en uno u otro extremo, según su inclinación.

La forma exterior es la representada en la figura 5, y se monta sobre un pequeño brocal.

FUNCIONAMIENTO DEL APARATO

Dando vueltas al manubrio (figuras 1, 2, 3 y 4), subirá un cubo lleno de agua, que, al llegar a la altura del contracubo e introducirse éste en su interior, se derramará el agua, recogiéndose en la canal y saliendo al exterior por el caño.

Cuando el cubo está concluyendo su recorrido, tropieza su borde con una pieza que hace inclinar al tubo del trinquete en el sentido opuesto que tenía, con lo que, pasando la bola al otro extremo, cambia el sentido del fiador, teniendo en su consecuencia que invertir el movimiento del manubrio.

VENTAJAS DEL APARATO

1.ª Reúne las condiciones de seguridad e higiene citadas al principio.

2.ª Se puede sacar una cantidad de agua menor que un cubo llevando despacio el movimiento y parándolo en el momento que se desee.

3.ª No se producen choques, porque se frena automáticamente al sumergirse el contracubo en el agua del cubo.

Y 4.ª No tiene émbolos ni válvulas, evitándose el entretenimiento constante que produce."

El Sr. KINDELAN leyó un trabajo suyo que a continuación se publica, y que fué muy aplaudido, aprobándose las conclusiones que su autor propone después de haber sido pedida una pequeña aclaración por el Sr. JENER en cuanto a la facilidad de emplear helicópteros en España por razones de aterrizaje:

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

"LABORATORIOS AEROTECNICOS

Por D. Alfredo Kindelán y Duany, *Comandante de Ingenieros del Ejército.*

CAPITULO PRIMERO

La Aerotecnia.

Los progresos extraordinarios realizados en estos últimos años por la Navegación aérea han impulsado a los técnicos de los diversos países al estudio de las leyes por que se rige el sistema flamante de navegación.

A los estudios teóricos se unieron los ensayos prácticos; y como resultado de los esfuerzos, algo caóticos y diseminados, pero numerosos, nació y se desarrolló pujante una nueva ciencia, la Aerotecnia, parte de la Mecánica de los flúidos. Esta ciencia comprende el estudio de la estática y dinámica de los cuerpos sumergidos en el aire, subdividiéndose en dos ramas: aerostática y aerodinámica; la primera, de principal aplicación en la Aerostación, y la segunda, en Aeronáutica y Aviación.

Los fundamentos de esta ciencia no son de ayer: la estática de los flúidos ha sido estudiada por Pascal, Haley, Mariotte, Laplace y Arquimedes, pudiendo decirse que toda la Aerostática actual tiene por base los principios inmortales del primero y último de los sabios que acabo de citar.

De igual manera, la Aerodinámica actual tiene sus raíces en los primeros tiempos de la Mecánica.

Estos fundamentos o raíces de la Aerotecnia necesitaban el complemento de la experimentación sistemática, y como ésta ha comenzado hace menos de veinte años, puede decirse que la Aerotecnia, y en especial la Aerodinámica, han nacido en los albores del siglo XX.

El desarrollo de la Aerodinámica, en estos pocos años, ha sido rapidísimo; pero, en sus comienzos, tropezó con un fenómeno digno de notarse: por una parte, los aerosteros y los constructores e inventores de globos dirigibles se guiaban por la teoría y aceptaban las leyes deducidas de la experimentación, contribuyendo, por efecto recíproco, a hacer progresar la teoría de unos y otros, hasta colocarla en el actual estado de perfección a que la han llevado M. Renard, Sorean, Zeppelin, Parseval y, especialmente, Croco, en Italia.

Los aviadores, por el contrario, tanto los constructores e invento-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

res, como los pilotos, despreciaban la teoría, desconocían los resultados de la experimentación, y volaban, construían e inventaban de un modo empírico, aplicando todo lo más, de un modo instintivo y, a veces, acertado, algunos principios de Mecánica general.

Al mismo tiempo, progresaban los estudios teóricos y la experimentación de laboratorio; pero la falta de coordinación de esfuerzos, haciendo, por una parte, que los experimentadores y hombres de ciencia careciesen del impulso y orientación que a sus trabajos podría sólo dar el auxilio de los que volaban y construían, y, por otra, privando a éstos de los resultados incipientes, pero ya interesantes, de la experimentación metódica y de los estudios científicos, llevaba a la realización de aparatos interesantes, que volaban, entusiasmando a las muchedumbres, pero poco perfectibles, con errores fundamentales en su construcción y con deficiente rendimiento de vuelo.

Este estado de cosas, que producía como fruto la lentitud en los progresos de la Aerodinámica, presentaba sus excepciones, y de ella, la más interesante fué la de los hermanos Wright, los constructores del primer aeroplano con motor que voló por sus propios medios, los cuales, para sus estudios, aprovecharon los resultados y estudios experimentales de la "Smithssonnian Institution", de Lilienthal, en Alemania, y de Chanutte, su maestro, en los Estados Unidos. Resultado de este método fué la superioridad extraordinaria que en todos conceptos poseía el aeroplano Wright sobre sus contemporáneos y aun sobre los que le siguieron algunos años, cronológicamente.

Convencidos los aviadores poco a poco de que, para hacer progresar al aeroplano, no bastaba volar, acudieron a la Aerodinámica, y entonces se produjo la unión fecunda entre la teoría y la práctica, que tan felices resultados ha producido y producirá en el campo de la navegación aérea. Y es que la Aviación es un medio de navegar que no puede desarrollarse como los demás: necesita, más que ninguno, apoyarse en la teoría y en los laboratorios, como lo hubiera necesitado, por ejemplo, la bicicleta si, por una causa o razón hipotética, sólo hubiera podido el hombre montar en ella y ensayar el aprendizaje de los diversos tipos rodando sobre una pista elevada algunos centenares de metros y constituída por una plataforma de 50 centímetros de ancho sin barandillas ni protección alguna.

"La Aviación—dice Venton Duclaux—se encontró desde sus comienzos en las condiciones que la Navegación a gran velocidad, con la diferencia de que, para la Navegación, la fase de imperfección era compatible con la existencia misma del buque, mientras que la Aviación sólo puede existir en la fase de perfección de los aeroplanos, bajo pena de fracaso."

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Convencido ya todo el mundo aeronáutico de la necesidad de la experimentación, nacieron acá y allá laboratorios, se le prestó por los Gobiernos apoyo, por los constructores atención, fueron oídos y solicitados sus consejos y opiniones, y hoy la teoría y la práctica marchan de perfecto acuerdo, beneficiándose con ello, no sólo la Navegación aérea, sino otras ciencias de aplicación; pues no puede olvidarse que el aire es un elemento con el que se tropieza en la práctica siempre, y, por tanto, cuanto se refiera a su mecánica, ha de interesar a la casi totalidad de las ciencias aplicadas; por no citar más que las principales, mencionaré la Balística, la Meteorología, la Mecánica de las construcciones, la Locomoción terrestre y marítima.

Dentro del cometido general, que es razón de su existencia, el progreso de la Aeronavegación, tienen los laboratorios otros distintos que pueden reunirse o separarse según que las circunstancias aconsejen un criterio más o menos descentralizador. En primer lugar, la experimentación de orden general, los ensayos de perfeccionamientos o invenciones determinadas, los estudios de dinámica atmosférica y los de órganos de los aeroplanos, que, siendo imprescindibles para la Aviación, no entran propiamente dentro de los estudios aerodinámicos; los ensayos de Aerostática, de menor interés que los demás por el más avanzado desarrollo de esta parte de la Aerotecnia, pero necesarios, sin embargo, y otros varios cometidos de la experimentación sistemática que presentan distintos matices, pueden aconsejar una mayor o menor subdivisión; pero, en todo caso, ha de haber siempre en cada país y, si es posible, en el Mundo entero, una organización que encauce, oriente y dé normas de experimentación a todos los laboratorios para alcanzar el rendimiento máximo del trabajo colectivo. No se trata de ahogar las iniciativas de cada uno: se trata sólo de la unidad de dirección, *del Mando Unico,* en la lucha de la Humanidad contra el enemigo común, contra las fuerzas ciegas e implacables de la Naturaleza, que se defienden contra el Hombre, que trata de invadir su dominio atmosférico.

CAPITULO II

Procedimientos experimentales.

Todos los métodos de experimentación aerodinámica han tenido que comenzar estudiando las reacciones ejercidas por una masa de aire sobre un cuerpo en movimiento relativo con relación a ella y en el interior de la misma. Es preciso antes que nada crear este movimiento relativo.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Dos medios ocurren desde luego para ello, que caracterizan dos distintos sistemas de experimentación: que el cuerpo se mueva en una masa de aire en calma, o que sea ésta la que se mueva, permaneciendo fijo el cuerpo sobre el cual se experimenta.

Al aplicar uno y otro medio, se encontró que las dificultades de experimentación crecían con el tamaño del cuerpo a experimentar, siendo fácil comprender que estas dificultades se transformaban casi en imposibilidad en muchos casos: al tratarse de ensayos de resistencia de un dirigible o aeroplano, principalmente.

De aquí nació, en cada uno de los dos sistemas, dos subescuelas: *la de los ensayos sobre cuerpos en su verdadera magnitud, y la de los ensayos sobre modelos reducidos de los mismos.*

En todos los laboratorios en que se ha empleado el sistema de que el cuerpo permanezca fijo en una corriente de aire, la dirección de ésta ha sido constante; es decir, que el movimiento relativo del cuerpo con respecto a la masa de aire ha sido rectilíneo. En cambio, en el sistema experimental de cuerpo móvil en aire en calma, el movimiento ha sido, unas veces, circular, y otras, rectilíneo: vertical, horizontal o inclinado.

Los inconvenientes que a este segundo método se atribuyen son: la dificultad o, por mejor decir, la imposibilidad de operar en aire completamente en calma, en caso de movimiento rectilíneo; pues aunque se efectuara el experimento en una inmensa nave cerrada, existirían siempre corrientes de distintas direcciones, originadas por diferencias térmicas; y, en caso de que el movimiento fuera circular, continuo o alternativo, el cuerpo, al pasar por un aire perturbado por el paso anterior del mismo, experimentaría reacciones que serían muy diferentes de las correspondientes a un aire en calma.

Por estas razones, multitud de experimentadores han optado por el método de cuerpo en reposo y corriente de aire, cuyo inconveniente principal es tener que operar, en general, sobre modelos reducidos, sin que se pueda saber hasta qué punto son aplicables a los aparatos de Navegación aérea los resultados obtenidos sobre modelos, no habiéndose encontrado hasta hoy una ley de homotecia o semejanza suficientemente aproximada.

Sin embargo, experimentos comparativos realizados sobre superficies y modelos reducidos de los mismos por el Laboratorio Eiffel en un aire en movimiento, por el de Saint-Cyr en aire en reposo y por el Comandante Dorand sobre un aeroplano-laboratorio en pleno vuelo, han permitido deducir, si no leyes exactas, reglas prácticas para hacer comparables los resultados de la experiencia sobre modelos y sobre aparatos y elementos en su verdadera magnitud.

Otra objeción importante que al método de cuerpo en reposo se ha

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

hecho es que, en muchos casos, no es enteramente indiferente que el movimiento relativo del aire y del cuerpo esté originado por desplazamiento de éste o aquél; además, las suspensiones, la producción de remolinos en la cámara de experiencias, la dificultad de que todos los filetes flúidos se muevan paralelamente y a una misma velocidad, la viscosidad del aire y otras causas han hecho que Guisa y Eiffel hayan encontrado para ciertas superficies, y aun para el plano, distribuciones de presión muy diferentes en series repetidas de experiencias realizadas con todo esmero; lo que ha hecho decir recientemente a Marchis que "la cuestión no le parece, pues, completamente resuelta".

Por las precedentes razones y otras secundarias, los experimentadores se han decidido por métodos diversos, que he procurado clasificar en el siguiente cuadro:

Cuerpo móvil	*A*)	Movimiento rectilíneo vertical.
	B)	Idem íd. horizontal.
	C)	Idem íd. inclinado.
	D)	Idem circular continuo.
	E)	Idem íd. alternativo.
	F)	Aeroplanos en vuelo.
Cuerpo fijo	*G*)	Al aire libre.
	H)	En espacio cerrado.

CAPITULO III

Instalaciones principales que han empleado el primer procedimiento.

A) Movimiento rectilíneo vertical.

Ya en 1836, Morin empleó en su aparato clásico (que no describo por no ofender la cultura científica de mi auditorio) este procedimiento, que consiste en observar la caída vertical de un cuerpo desde un sitio elevado, registrando las reacciones que dicho cuerpo sufre del aire en los diversos instantes de su caída, al par que se anotan las sucesivas velocidades y aceleraciones en los puntos correspondientes de su trayectoria, del sistema móvil formado por el cuerpo y su suspensión.

En 1892, Cailletet y Collardeau aplicaron este método, dejando caer cuerpos desde la torre Eiffel; y siete años después, Le Dantec utilizaba la capilla del Conservatorio de Artes y Oficios, de París. No describiré todos estos sistemas de experiencia, y me limitaré a exponer los reali-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

zados por Eiffel de 1903 a 1906 sobre superficies de distintas formas y para velocidades variando de 10 m. a 40 m. por segundo.

Eiffel ha utilizado la célebre torre que lleva su nombre para aplicar este método. El principio de su sistema experimental es el siguiente: Se deja caer libremente un cuerpo o superficie que se quiere experimentar, unido directamente a un resorte cuyas dilataciones y reducciones de longitud son registradas sobre un cilindro, que gira con una velocidad de rotación proporcional a la de traslación del sistema. El resorte, al comprimirse o extenderse por efecto de la resistencia que el aire opone al cuerpo, hace equilibrio a esta fuerza, al peso del sistema y a las fuerzas de inercia, y, por tanto, puede deducirse la reacción del aire en los distintos momentos de la caída en función de la velocidad.

Este método, empleado de un modo racional y sistemático, ha dado buenos resultados en algunos casos, en especial en el estudio del movimiento ortogonal de la superficie plana; pero el mismo Eiffel comprendió que no debía aplicarlo a cuerpos y superficies moviéndose oblicuamente en el aire, y varió de método para estos casos, creando otro laboratorio, de que más adelante hablaré.

B) Movimiento rectilíneo horizontal.

Este método, llamado *del carro*, ha sido profusamente utilizado. Consiste en montar la superficie o cuerpo que se quiere ensayar sobre un móvil susceptible de adquirir una gran velocidad de translación. El vehículo ha sido, unas veces, una locomotora (Ricourt en 1885, en Francia; Franc, 1901, en Alemania); otras, un automóvil (Duque de Guisa, en 1905, y Edge, 1907), o una vagoneta móvil sobre carriles, que es lo más corrientemente usado en los principales laboratorios aerodinámicos actuales, entre los que citaré: Chalais-Mendon y Saint-Cyr, en Francia; Goetingen, en Alemania; "Centro de Ensayos de Aeronáutica", en España, y "National Aircraft Factory", en Inglaterra.

El Instituto Aerotécnico de Saint-Cyr posee dos carros diferentes: uno, para el estudio de aeroplanos, formas de ala y cuerpos afilados, y otro, dedicado especialmente a la hélices aéreas. El primero es un tractor eléctrico, cuyo bastidor mide 6 m. de largo por 2 m. de ancho, provisto de un motor de 130 HP. y moviéndose a lo largo de una vía de ancho normal y de 1.000 metros de desarrollo, con una velocidad máxima de 20 m. por segundo.

La velocidad propia del tractor se mide de dos maneras: por un cinemómetro registrador, que da la velocidad de uno de los ejes, y por una serie de contactos eléctricos distribuídos al largo de la vía, que

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

marcan trazos de referencia sobre un cronógrafo muy preciso. Por este segundo procedimiento se obtienen medidas de tiempo con un error menor 1/100 de segundo.

La velocidad del viento se determina por medio de un anemocinemógrafo muy sensible, y su dirección, por una veleta registradora, o anemoscopio; por último, la velocidad relativa del cuerpo con relación al aire se determina por un anemómetro registrador colocado sobre el carro.

Los demás laboratorios que emplean el método del carro adoptan disposiciones similares a la que acabo de describir, por lo que hago gracia de ellas a mis oyentes.

C) Movimiento rectilíneo inclinado.

Canovetti, en Italia, utilizó para sus experimentos el ferrocarril funicular Como-Brunato, con un recorrido de 400 m. y 54 a 55 por 100 de pendiente. El carro era un bastidor de cuatro ruedas, que sostenía una armadura sólida de bambúes sobre la que se colocaban los planos que se trataban de experimentar.

En el Laboratorio francés de Aviación militar, de Vincennes, el carro es un bastidor monocarril que rueda por un cable aéreo tendido entre soportes, presentando una inclinación media de 12 por 100 en uno de los sentidos; el cuerpo cae por su propio peso, y puede adquirir velocidades de 12 m. por segundo.

D) Movimiento circular continuo.

Ya he indicado el principal inconveniente de este método, que consiste en que el cuerpo, en sus sucesivos pasos por una misma zona de aire, encuentra a éste perturbado por efecto del paso anterior. Sin embargo, la facilidad de producir el movimiento de velocidad uniforme y el poco espacio que requiere, han sido causas de que empleen este sistema experimentadores tan renombrados como Hagen, Lilienthal, Dines, Langley, Lossl, Manesman, Reichel y Renard, y de que, al instalarse el modernísimo Laboratorio de Saint-Cyr, se haya considerado necesario instalar este método simultáneamente con los otros.

Dentro del mismo sistema, las variaciones en las dimensiones, velocidad de giro y aparatos de medida son grandes, desde el aparato de Hagen, que estudiaba placas cuadradas de 15 cm. de lado, moviéndose con velocidades lineales inferiores a 2 m. por segundo por medio de un hilo arrollado en un tambor que se desarrollaba a mano, hasta las de Reichel, Ingeniero-Jefe de la Casa Siemens y Halske, cuyo aparato

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

alcanzaba velocidades lineales de 50 m. por segundo con placas de 60 centímetros de lado, colocadas en los extremos de brazos de 12,70 m. de longitud montados sobre el eje de un motor eléctrico de 200 HP.

E) Movimiento circular alternativo.

El principio de este método consiste en hacer oscilar un péndulo, en cuyo extremo se colocan los cuerpos o superficies que se desea experimentar, y en medir la disminución que causan en la amplitud de las oscilaciones.

Este sistema ha sido empleado por Franck y, después, por el sabio profesor alemán Hergesell, el cual ha llegado a colocar globos esféricos de 10 m. de diámetro en el extremo de un péndulo de 26 m.

F) Aeroplanos en vuelo.

Es evidente que el aeroplano (y aún más, el dirigible) es el mejor laboratorio aerodinámico. Entendiéndolo así, Dorand, por una parte, en combinación con el Laboratorio de Eiffel, y Toussaint y Lepère con el de Saint-Cyr, por otra, montaron sobre dos biplanos toda clase de aparatos registradores, y emprendieron, en los últimos años de paz europea, una serie de experiencias metódicas con notable éxito. Como he de hablar nuevamente de estos aeroplanos-laboratorios al tratar del ensayo de las hélices, no quiero incurrir en repeticiones, y no insisto sobre este interesante punto.

CAPITULO IV

Instalaciones principales que han empleado el segundo procedimiento.

G) Cuerpo fijo al aire libre.

Con objeto de evitar los inconvenientes comunes a todas las instalaciones que emplean el primer procedimiento, sin incurrir en los defectos que son anexos a operar sobre modelos reducidos colocados en una cámara cerrada, Rateau y Maxin colocan los cuerpos y superficies que quieren experimentar al aire libre a corta distancia de la boca de un canal por la que sale una corriente de aire de gran velocidad y de filetes paralelos; de este modo, el cuerpo está sumergido en una masa de aire teóricamente infinita, y los filetes de aire que choquen contra él pueden desviarse sin ser influenciado por pared alguna y sin producir-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

se remolinos distintos de los que se producirían en condiciones análogas en dicho cuerpo moviéndose en una atmósfera libre e indefinida.

En la instalación de Rateau, un ventilador de 1,20 m. de diámetro accionado por un motor de explosión de 25 HP., produce, en un túnel de sección cuadrada de 1,60 m. de lado con una boca de la misma forma en su extremidad de 0,70 m., una corriente de aire de 35 m. por segundo de velocidad. A unos 10 centímetros de esta boca se coloca un bastidor de madera, que se apoya en dos flotadores sumergidos en depósitos o canales alargados. En este bastidor se colocan los cuerpos que se trata de ensayar, y, por medio de sistemas de palancas, se determinan o *pesan* las componentes de la resistencia, la distribución de presiones y la posición del centro de presión. Las velocidades del aire se miden por medio del tubo de Pitot.

El Laboratorio de la "Brigata Especialisti du Genio", en Roma, posee una instalación análoga muy completa.

H) Cuerpo fijo en espacio cerrado.

Este método de experimentación, con todos sus defectos, ha sido el más fecundo en resultados prácticos. Esto es debido a lo bien que se presta para sistematizar y repetir los ensayos y a su mayor facilidad, no dependiendo de las condiciones atmosféricas ni del funcionamiento mejor o peor de un aeroplano, un automóvil o una locomotora. Por esta razón, todos los laboratorios actuales importantes, Koutchino, Advisory "Committee for Aeronautics", Saint-Cyr, Eiffel, Goethingen, "Brigata Especialisti", "Smithssonnian Institution", conceden importancia a este método, que se designa con el nombre genérico de *Método del Túnel.*

Fruto de tan repetidas experiencias ha sido que se conozca ya algo de la forma, dimensiones y constitución que han de tener los túneles, para que el resultado de los experimentos ofrezcan bastantes garantías de exactitud. Se sabe, por ejemplo, que la relación entre las secciones transversales del modelo y del túnel no ha de exceder de 0,04, y que, en un túnel cilíndrico de revolución, la relación entre la mayor dimensión del modelo y el diámetro del cilindro no ha de exceder de 0,2. Se ha estudiado con cuidado la influencia de la suspensión del modelo y el modo de hacer despreciable la perturbación que produce, y se ha deducido también que las dimensiones mínimas de los modelos han de ser, para superficies planas, 1 m.; pues para menores dimensiones, los resultados experimentales no pueden aplicarse con bastante vigor a los planos y superficies de magnitud real.

Como consecuencia de estos datos, puede afirmarse que, actualmen-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

te, no hay un solo túnel bastante grande para que en él no se falseen los resultados en cuanto los cuerpos que se experimentan tienen más de un metro de cruzamen. Asimismo puede afirmarse que las velocidades del cilindro de aire son insuficientes, pues no alcanzan siquiera 36 metros por segundo; es decir, la mitad de velocidad de vuelo obtenida en algunos aeroplanos.

Como tipo de túnel, describiré el montado por Eiffel en el Laboratorio de Auteil. Está constituído por un cuarto de experiencias que es atravesado por una corriente cilíndrica de aire de gran velocidad, la que entra por una pared a través de multitud de agujeros contiguos y sale por la opuesta, por agujeros simétricamente dispuestos, *aspirada* por un ventilador accionado por un motor de 60 HP. De este modo, el cilindro de aire no roza ninguna de las paredes de la cámara de experiencias, y dentro de ésta, pero fuera del cilindro, pueden instalarse los aparatos de medida y los experimentadores. Pueden obtenerse dos clases de cilindros de aire: uno, cuyo diámetro es de 2 m. y su velocidad máxima de 30 m. por segundo, y otro, de 1 m. de diámetro y velocidades hasta 38 m. por segundo. *Un difusor divergente* colocado a la salida del cuarto de experiencias reduciendo la velocidad de la masa flúida, aumenta el rendimiento del ventilador y permite alcanzar, por tanto, mayores velocidades.

En cuanto a los aparatos de medidas que van en la cámara, consisten en anemómetros, tubos de Pitot, balanzas aerodinámicas y aparatos fotográficos que permiten fotografiar las desviaciones de los filetes flúidos, hechos visibles por medio de partículas de humo, y otros aparatos e instalaciones que no es del momento enumerar.

CAPITULO V

Descripción rápida de algunos laboratorios.

La descripción de los laboratorios europeos ha sido publicada en varias revistas técnicas; y entre todas, es recomendable la hecha en la "Smithsonnian Miscellaneons Collections" por Mr. Zahm como consecuencia de su visita a todos los principales.

Son éstos, según las noticias y datos que poseo, los siguientes: en Rusia, Kutchino; en Francia, los de Eiffel, Saint-Cyr, Chalais, Meudon y Vincennes; en Austria, el del "Osterreichlisch Flugtechnische Verein"; en Alemania, el de Goetingen; en Italia, el de la "Brigata Especialisti", y en Inglaterra, el "National Physical Laboratory", el de "Royal Air Craft Factory", el de Vickers y el de Maxin; y en los

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Estados Unidos, el de la "Smithsonnian Institution" y el de la Aviación naval.

El túnel de este último laboratorio es cerrado con una cámara de experiencias de 2,50 × 2,50 × 10 metros. Un ventilador accionado por un motor de 500 caballos produce una corriente de aire de 120 kilómetros por hora.

El Laboratorio alemán de Goettingen posee también un túnel cerrado de 2 m. × 2 m., con regularizador de circulación en forma de colmena, siendo de notar los ingeniosos sistemas de suspensión de los modelos ideados por Prandtl, así como la balanza manométrica del mismo autor.

El Laboratorio de Kutchino, cerca de Moscou, se divide en tres secciones: la primera se dedica a estudiar la resistencia del aire; la segunda, a las aplicaciones prácticas de las leyes de la resistencia del aire, y la tercera, a los estudios aerológicos.

Un pequeño túnel de 1,20 m. de diámetro, un carro para el ensayo de las hélices y un *tapis roulant* para estudiar el frotamiento del aire sobre una superficie plana, son los elementos de que disponen las dos primeras secciones, y una instalación meteorológica bien montada, con medios de llenar y lanzar globos-sondas y pilotos, son los útiles de trabajo de la tercera.

Como he descripto anteriormente los sucesivos Laboratorios de Eiffel, describiré ahora de un modo ligero el Instituto Aerotécnico de Saint-Cyr.

Este laboratorio tiene un túnel, dos carros y un *manège,* o aparato del sistema de movimiento circular continuo; el túnel es abierto; tiene una cámara de experiencias atravesada por un cilindro de aire de 2 m. de diámetro por 2 de generatriz; un ventilador de 120 HP. imprime a este aire una velocidad de cerca de 40 metros por segundo. Los dos carros para hélices y para alas y aeroplanos completos ya han quedado descriptos en el capítulo correspondiente; y en cuanto al *manège,* ha sido abandonado casi desde su instalación.

Con añadir que la soberbia edificación consta de una serie de naves y cuerpos de dos y tres pisos agrupados alrededor de una inmensa nave central dedicada al ensayo de aparatos diversos, existiendo en aquéllos: laboratorios de Química, Física, Fotografía, etcétera, y que, además de todo esto, existen anexos barracones para albergar aeroplanos y la vía de ancho normal de un kilómetro de longitud, queda indicado a grandes rasgos lo que es este modernísimo laboratorio aerotécnico, modelo en su clase.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

CAPITULO VI

Ensayos de hélices.—Laboratorios especiales.

Si en la Arquitectura naval las hélices propulsoras de los buques se construyen, no apoyándose en una teoría, que no existe, sino en los resultados obtenidos por previa experimentación, inútil es encarecer la importancia que ésta tiene y tendrá por cierto tiempo en cuanto a la hélice aérea se refiere.

Se distinguen generalmente dos clases de hélices aéreas, según se aplique más especialmente el esfuerzo de reacción sobre el aire, a hacer marchar un aeroplano o un globo dirigible con movimiento horizontal o inclinado, y se llaman entonces propulsoras, o a sostener o elevar un peso en el aire por dicho solo esfuerzo, y se designan con el nombre de sustentadoras.

Se ha creído por muchos que la segunda clase de hélices ha sido objeto de más completa experimentación que la primera porque ante la dificultad de ensayar una hélice en condiciones análogas a las de la práctica, es decir, dotada simultáneamente con el de rotación de un movimiento de traslación rápido en sentido de su eje, se ha prodigado la experimentación de las hélices *en punto fijo;* es decir, con movimiento de traslación nulo que parece acercarse más a las condiciones de las sustentadoras. En mi opinión, es errónea esta creencia; pues las hélices sustentadoras de los helicópteros necesitan imprimir a éstos un movimiento de traslación según su eje, y, además, su movimiento horizontal crea una corriente de aire perpendicular a dicho eje que hace variar las condiciones experimentales.

Pueden, pues, aplicarse los resultados obtenidos en punto fijo sólo a la hélice sustentadora en el momento de quietud del aeroplano en la atmósfera; pero, aun en este caso, las hélices estudiadas en los laboratorios no han sido, ni por sus dimensiones, ni por la multiplicidad y forma de sus alas o palas, las más convenientes para los grandes helicópteros del porvenir.

Como acabo de exponer, la mayoría de los ensayos de hélices se han realizado *en punto fijo,* siendo las de Drzewiecki y Eiffel las más completas a mi juicio. No se les ocultó a uno y otro el vicio de origen que a sus experiencias aquejaba; y para estimar el valor cualitativo y cuantitativo de ellas, compararon los resultados de ellos con las realizadas por aeroplanos en pleno vuelo con los mismos modelos; y aunque los resultados no son en general muy diferentes, no tienen la aproxi-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

mación suficiente para poder sentar sobre aquéllos la técnica de la hélice aérea.

Es, pues, necesario perfeccionar los ensayos de esta parte de la Aerodinámica, tan importante; el laboratorio ideal de hélices es el globo dirigible; a falta de éste, el aeroplano, y en su defecto, el túnel, con las debidas precauciones.

De todos modos, como se verá en el capítulo siguiente, los ensayos, tal y como se han hecho, han dado muy estimables datos y muy interesantes resultados; y su relativa facilidad y poco coste hace que no deban abandonarse, puesto que proporcionan datos bastante aproximados sobre la potencia absorbida, esfuerzos de tracción, rendimientos, etcétera. De aquí que las hélices se hayan ensayado en todos los laboratorios y aun que existan laboratorios especiales para esta clase de ensayos como el del "Automóvil Club", de Francia, y el Conservatorio Nacional de Artes y Oficios, de la misma nación.

En ellos, un motor de bastante potencia y de velocidad regulable a voluntad imprime movimiento de rotación a una hélice montada sobre un árbol que puede desplazarse ligeramente para medir el esfuerzo de tracción o empuje; el par del motor mide la potencia absorbida.

En el Laboratorio de Saint-Cyr, las hélices van montadas en un carro especial que ellas propulsan por la vía del Laboratorio con una suspensión que las aleja del bastidor del carro para evitar los choques y remolinos que pudieran falsear los resultados; un dinamómetro mide el esfuerzo de tracción con el árbol de la hélice. La potencia absorbida se mide por un contador de potencia y un dinamómetro de transmisión.

Clauvière, el célebre constructor de hélices, preparó un automóvil de manera de poder registrar simultáneamente las velocidades de rotación y traslación, empuje y protección absorbida.

Por último, el coronel Dorand, por una parte, y Legrand y Gaudart, por otra, han ensayado las hélices sobre sendos aeroplanos en vuelo, en los cuales se registraba en aparatos especiales: los esfuerzos de tracción, potencias consumidas, velocidades de rotación y translación de la hélice, inclinaciones del aeroplano, aparte de determinarse desde el aeroplano, por aparatos registradores y desde tierra por observación simultánea, desde dos estaciones, el perfil y el desarrollo de la trayectoria seguida por aquél.

En resumen: no existe una teoría perfecta de la hélice aérea; se ha hecho mucho experimentalmente y aun queda mucho que hacer para lograr que la cuestión salga del dominio del empirismo hasta llegar a obtener el propulsor perfecto que facilitará, más que otro factor alguno, la realización del vuelo humano económico, seguro y práctico.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

CAPITULO VII

Resultados prácticos de la experimentación sistemática.

La utilidad de los laboratorios quedará demostrada con sólo enunciar alguno de los resultados obtenidos como consecuencia de los experimentos y ensayos en ellos realizados. La índole de este trabajo no me permite extenderme sobre el estado actual a que la experimentación sistemática ha conducido a la Aerodinámica; mencionaré solamente a grandes rasgos las principales conquistas teóricoprácticas obtenidas recientemente.

Se conoce actualmente la resistencia que el aire opone a un plano que se mueve en una dirección perpendicular a su superficie; es decir, se conoce la variación del coeficiente k en la clásica fórmula

$$R = KSV^2$$

en función de la densidad del medio atmosférico y de la forma y dimensiones del plano, y se sabe hasta qué límite es exacta esta fórmula y en qué punto la resistencia comienza a crecer más de prisa que el cuadrado de la velocidad.

Se han estudiado con suficiente precisión las variaciones de la resistencia que el aire opone a un plano moviéndose en una dirección que forme con el plano un ángulo distinto de 90°, así como la distribución de presiones en la superficie en función del *ángulo del ataque* y la posición del punto de aplicación de la resultante de todas ellas o *centro de presión.*

Las superficies curvas, estudiadas por Lilienthal y luego por Lossl, Irminger, Stanton, Lafay, Haus, Eiffel y tantos otros han llegado a resultados, si no completos, por lo menos bastante precisos para permitir determinar con suficiente exactitud en muchas curvas de alas de aeroplanos y de perfiles de dirigibles los valores de

R_x = componente de la resistencia, según la dirección del viento.
R_y = ídem de la íd., según la normal al mismo.

En este mismo estudio de las alas de aeroplanos, la experimentación de Goethingen, Versalles y especialmente las de Eiffel, han conducido a un conocimiento bastante perfecto de la distribución de presiones en las caras anterior y posterior del ala en función de la velocidad y del ángulo de ataque.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Eiffel ha podido establecer curvas que él llama *primera polar simple* y *segunda polar simple,* que relacionan entre sí los coeficientes:

$$K_x = \frac{R_x}{SV^2} \qquad y \qquad K_y = \frac{R_y}{SV^2}$$

y permiten resolver multitud de problemas de orden práctico relativos a las alas corrientemente empleadas. Los ingleses y alemanes varían el sistema de representación y cambian las variables K_x y K_y por las

$$Z_x = \frac{K_x}{d} \qquad y \qquad Z_y = \frac{K_y}{d}$$

pero unos y otros llegan a resultados muy semejantes.

Siguiendo en el mismo plan con *las polares logarítmicas,* ha establecido Eiffel un sistema ingenioso de diagramas que facilita extraordinariamente el estudio del vuelo horizontal de un aeroplano, permitiendo resolver de un modo preciso y sencillo la mayoría de los problemas que se presentan al que proyecta un aeroplano.

Estas curvas, que son la representación gráfica de la función

$$\log R_y = f(\log R_x)$$

nos dan las características principales de un aeroplano: carga útil, velocidad, potencia necesaria; nos permiten aumentar una de ellas variando las otras, y determinar para un aeroplano ya construído el ángulo de ataque que permite el máximo de velocidad para una potencia dada; el mínimum de esfuerzo de tracción de la hélice para un peso dado, el máximum de peso para una velocidad dada, y otros varios problemas de análoga importancia.

En cuanto a la teoría de los dirigibles, ha llegado a un grado de suma perfección, gracias a los experimentos de Croco en el Laboratorio de la "Brigata Especialisti Italiana".

Por último, el estudio de las propiedades de las hélices por medio de los *diagramas logarítmicos de las hélices aéreas* permite conocer los trece coeficientes característicos de las mismas y resolver los principalos problemas prácticos de hélices, que son: determinar la potencia útil que suministra el aeroplano, la potencia efectiva que debe suministrarle el motor y el rendimiento ρ en función del diámetro, velocidad de rotación y velocidad de marcha del aeroplano.

En este punto concreto de la técnica de la hélice aérea, hay que hacer notar que los resultados obtenidos en Alemania por Betz y So-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

den, y en Rusia por Drzwlecki, difieren poco de los obtenidos en Francia, aunque los sistemas de representación son bastante diferentes; de todos modos, los ensayos de las hélices adolecen del defecto de haberse realizado casi siempre con miras de aplicación al dirigible y al aeroplano; las hélices sustentadoras, las que han de aplicarse a la Helicopteración, han sido menos ensayadas; pues, por razones diversas, el helicóptero no ha tenido adeptos entre las masas técnicas ni aun entre la selecta aristocracia científica.

Con esto creo haber expuesto algunos resultados de la experimentación que demuestran la utilidad que a la Aerotecnia han reportado los laboratorios.

CAPITULO VIII

La Meteorología, como auxiliar de la Aeronáutica.

Al estado de guerra ha sucedido, para la mayoría de los humanos, un estado de paz más o menos duradero. No así para los navegadores aéreos: éstos seguirán en sus puestos de combate.

Uno de los enemigos, el semejante, el que disponía de elementos de ataque y defensa análogos a los propios, ya ha cesado de serlo; pero el otro, el que dispone de elementos inagotables, de inmensos recursos y de medios potentes, ese no ha depuesto las armas; contra ese hay que seguir una lucha implacable, sin descanso, sin un momento de desmayo. ¿Hasta cuándo? ¿Hasta la victoria completa sobre él? ¿El nombre de tan temible enemigo?... La Atmósfera. Contra sus sorpresas, su inmenso poder y sus secretos, han de luchar desde hoy, unidos, los antiguos adversarios, hasta obtener el triunfo absoluto.

El conocimiento de este único enemigo ha de ser, por tanto, una cuestión vital para la Aeronáutica; las condiciones militares, la defensa y el armamento de los globos y aeroplanos, pasa por el momento a lugar secundario; ahora, el ingenio humano universal ha de dedicarse a proyectar y construir aeronaves armadas para luchar contra los invisibles enemigos atmosféricos, con medios de defensa contra las fuerzas ciegas de la Naturaleza. El estudio de estas leyes y de aquellos enemigos es lo que constituye el objeto de la Meteorología; no he de insistir, pues, en la importancia de su estudio.

El barco navega sabre el mar, y le interesa mucho conocer el régimen de mareas, corrientes y, en general, cuanto se refiere a la Meteorología de los mares; el buque submarino navega sumergido completamente en el agua, y ya le interesa además, especialmente, el régimen de

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

las profundidades y la influencia de la forma y circunstancias del fondo del mar sobre las corrientes.

Pero a la nave aérea interesa aún más el conocimiento de la atmósfera que a los navíos marítimos por la diferencia de medios, porque el buque aéreo, más o menos pesado que el aire, forma parte integrante de un flúido en continuo movimiento en todos sentidos dotado de unas propiedades mecánicas que no posee el agua y sujeto a las influencias preponderantes del Sol y de la Luna, que ocasionan mareas irregulares y corrientes intensas de viento, y a otras secundarias, como la orografía, hidrografía, cultivos, condiciones climatológicas, etcétera.

La Meteorología ha de proporcionar al aeronauta datos precisos sobre todas estas circunstancias; ha de predecirle el tiempo que hará, las direcciones y velocidades del viento a distintas alturas, en qué zona encontrará nubes y remolinos peligrosos, dónde existirá niebla, ese peligro tan grande para tomar tierra. Deberá el meteorólogo prevenir al aviador la aproximación de tormentas, ciclones y trombas, y al aeronauta, bien de globo libre, ya de dirigible, anunciar las condiciones de humedad y temperatura que ha de encontrar en los diversos puntos de su itinerario.

Es necesario, pues, dar la importancia que merece al estudio de la Física del Globo; se impone una compenetración de esfuerzos e ideales entre los meteorólogos y los aeronautas; que éstos ayuden a aquéllos con su experiencia aérea y con su familiaridad con la atmósfera hasta conseguir hacer de los aeronautas, meteorólogos y de muchos de éstos, aeronautas, y entonces, es seguro que una tan íntima colaboración será fecunda para la conquista total del Aire.

En España, aunque poco desarrollados estos estudios, se ha orientado algo el asunto en sentido de esta colaboración. El Servicio militar de Aerostación se preocupó, apenas creada la primera Compañía de Aerostación, de hacer estudios sistemáticos de Meteorología, especialmente de exploración de la alta atmósfera por medio de globos tripulados, globos-sondas y globos-pilotos; estuvo representada en los sucesivos Congresos internacionales de la Federación de Aerostación científica, de la que era órgano delegado en nuestro país, y creó un observatorio meteorológico en España, y otro en el pico Teide, en la isla de Tenerife.

Simultáneamente con esta contribución que a la Física de la Atmósfera prestaba la Aeronáutica militar, el Instituto Central Meteorológico progresaba en sus métodos y dedicaba creciente atención a los mismos estudios, recabando, al fin, para sí los lanzamientos de globos-sondas y pilotos, así como el observatorio del Teide. Se ve, pues, que los estudios de la Atmósfera tienen ya carta de naturaleza

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

en nuestra patria, estando bien orientados y dirigidos. Falta sólo, por una parte, desarrollarlos mucho más de lo que están, multiplicando las estaciones-corresponsales, aumentando sus medios y especializando los estudios de Dinámica atmosférica, y, por otra, establecer una mayor compenetración entre estos servicios y los de Aeronáutica, para que, de esta unión fecunda, nazcan frutos útiles por igual a la Navegación aérea y a la Meteorología.

CAPITULO IX

La utilidad indudable de los laboratorios y la obligación de todo país civilizado de aportar sus esfuerzos al progreso de la Navegación aérea, imponen de manera notoria que el nuestro se preocupe ya de la experimentación sistemática en las varias ramas de la Aerotecnia.

Lo hecho hasta ahora es poco, desgraciadamente; pero demuestra que en España no ha sido totalmente olvidado el problema. En Aerología ya he expuesto lo hecho por la Aeronáutica Militar y por el Instituto Meteorológico.

Tampoco han estado completamente olvidados los estudios aerodinámicos: antes de que el aeroplano de los hermanos Wright surcase por vez primera la Atmósfera en las dunas de Dayton, el Estado español creaba un Centro de Ensayos de Aeronáutica, bajo la dirección del sabio Ingeniero Torres Quevedo, quien me hizo el honor de llamarme a colaborar con él. En este Centro, al par que se dedicaba atención preferente a los ensayos que requería el proyecto y construcción de un globo dirigible, con arreglo al sistema de viga funicular interior inventada por el Sr. Torres Quevedo y se ensayaba el Telekino, del mismo autor, se construían unos cuantos aparatos de Aerodinámica y se hacía la instalación de un carro.

Cambios de orientaciones, escaseces de asignación y otras causas hicieron que aquel Centro languideciese y desapareciera por fin, no sin haber realizado labor útil y provechosa.

En 1911 comenzó en España la Aviación militar; y cuando apenas llevaba un año de vida, propuse, en mi calidad de Jefe del Servicio, la instalación de un Laboratorio de Aerodinámica, cuya idea fué aceptada por el entonces Director de Aeronáutica, Coronel Vives, redactando el Proyecto y solicitando los recursos para ello necesarios. Más tarde, propuse la transformación de la Escuela Nacional de Aviación, de la que era Director, en Laboratorio Aerotécnico; y aceptada en principio, comenzaron las edificaciones y se encargaron aparatos, los cuales se retrasaron por la guerra europea, incorporándose por aquel

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

entonces la Escuela Nacional a la Aeronáutica Militar, cuya Dirección estimó conveniente aplicar a otras necesidades más urgentes el edificio construído para laboratorio.

No digo esto por mera vanagloria, sino para justificar mi convencimiento y para exponer que, con esta idea fija, visité en una y otra ocasión los principales laboratorios europeos, sostuve conversaciones y correspondencia con sus directores y llegué a formarme un cuerpo de doctrina, que es el que trato de exponeros y someter a vuestro juicio y a la fecunda controversia en las siguientes bases:

1.ª España debe crear, sin más dilación, uno o varios laboratorios aerotécnicos.

2.ª En ellos debe tomarse como sistemas de experiencias el aeroplano-laboratorio y el *túnel* grande, de, a lo menos, ocho metros de diámetro, túnel *cerrado* para que el esfuerzo del ventilador, una vez creada una corriente de aire, sólo tenga que emplearse en vencer los rozamientos del flúido con las paredes y los remolinos de la masa de aire.

3.ª Debe concederse primordial importancia a la experimentación de hélices sustentadoras aplicables a los helicópteros.

4.ª Deben fomentarse los estudios aerológicos en relación con la Navegación aérea.

5.ª En estos laboratorios ha de evitarse el exclusivismo y, en especial, que se dediquen a la experimentación de ideas del personal fijo de los mismos, postergando los ensayos de ideas ajenas.

6.ª Debe evitarse el defecto contrario, de ser accesibles en exceso a ensayos que tengan pocas probabilidades de éxito y a invenciones poco meditadas o excesivamente empíricas.

7.ª Las ideas más opuestas pueden tener cabida en estos laboratorios, sin más limitación que la de someterlas al tamiz de informes serios.

8.ª En los laboratorios habrá personal fijo y personal que se renovará periódicamente aunando así la continuidad necesaria a una sistemática experimentación, con el cambio de ideas y métodos eficaz para todo progreso científico.

9.ª A los resultados experimentales se les dará la máxima publicidad con el mínimo retraso.

10. Para continuar los esfuerzos se impone la existencia de una Junta de patronato o Comité técnico revestido de la mayor autoridad y con funciones y poderes análogos a los del "British Advisory Committee for Aeronatic", existente en Inglaterra."

A continuación fué leída por su autor, Sr. Samaniego, la siguiente Memoria:

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

"LA CAPACIDAD AUTOMOVILISTA DE ESPAÑA

Por D. José María Samaniego, *Comandante de Ingenieros.*

Nuestro sistema nacional de transportes no estará completo si a la gran red ferroviaria no se agregan tupidas mallas de líneas de automóviles; ni nuestra organización industrial, comercial y social podrá competir con las de los grandes países mientras consideremos el automóvil particular como vehículo de lujo y no como instrumento de trabajo.

El primer deseo es demostrar el error que se comete, e inculcar en el ánimo de todos el perjuicio que ello trae consigo, al no dar la importancia que merece al automóvil y al seguir considerándolo en España como objeto de ricos.

Tal modo de ver trae una animadversión sistemática contra el automóvil; y ese odio que en el ambiente reina se traduce en las contribuciones e impuestos disparatadamente grandes que en España pesan sobre el Automovilismo; haciéndolo así más aristocrático aún, cuando lo lógico sería procurar que pudieran tenerlo todos, reduciendo a una cantidad equitativa sus impuestos.

Para hacer ver cómo estamos quedando retrasados, es curioso echar una ojeada sobre las estadísticas mundiales del número de automóviles existentes en cada país; y para sólo citar un caso, ahí está la isla de Nueva Zelandia, con 1.162.000 habitantes y 16.000 automóviles (uno por cada 78 zelandeses), mientras que en España tenemos alrededor de 12.000; esto es, uno por cada 1.758 habitantes.

¡Sin embargo, es fácil que en las geografías que estudian los niños españoles en las escuelas estén aún representados los isleños de Zelandia con taparrabos, como en los libros que nosotros estudiamos!

Expresamente no he querido hacer la comparación con los Estados Unidos; pues el desarrollo que ha tomado el Automovilismo en ese país ha sido tan rápido y tan enorme, que ha dejado distanciados a los restantes del mundo entero.

En efecto: la estadística más reciente de aquella nación señala la cifra de 6.146.617 para la totalidad de automóviles de turismo y camiones en circulación, correspondiendo así un automóvil por cada veintiún habitantes; y no he tenido en cuenta las motocicletas, que pasan de 240.600. Hay una población, Desmoins, donde existe un coche por cada nueve personas. En Nueva York corresponde uno a cada treinta y cuatro individuos.

Como se comprende, esa enorme cantidad de vehículos no se utiliza

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

de ordinario para diversión (aunque los domingos y días festivos pueda servir para proporcionar un descanso lejos de la ciudad), sino que se emplean para dar mayor rendimiento a la actividad del hombre. Se puede calcular que una persona, haciendo sus visitas de negocios en automóvil, efectúa tres veces más de ellas que aquel que las hace en coche de caballos, y seis veces más que el que las haga a pie y tranvía. El mismo hombre, con automóvil o sin él, tiene, en igual tiempo, una capacidad de trabajo de 6 ó de 1. En resumen: los ciudadanos de Desmoins tienen, en el mismo tiempo que los de Madrid, una movilidad de tres a seis veces mayor.

El resultado es que un hombre, allí, puede ganar al día mucho más que uno de aquí, cobrando menos en cada negocio.

Según una nota obtenida por la Agencia R. G. Dun, de los Estados Unidos, sobre un número de 4.304 automóviles de viajeros, corresponden 471 de ellos a médicos y dentistas, 401 a comerciantes de substancias alimenticias, 345 a constructores y contratistas de edificios, 238 a propietarios de hoteles y comerciantes de vinos, 158 a ingenieros, 122 a panaderos, 109 a abogados; y así continuaríamos citando sastres, hojalateros, sacerdotes y pintores, en abigarrado conjunto.

Al considerar estos datos nuestros médicos, constructores, comerciantes, ingenieros, etc., etc., ¿se dan cuenta de las condiciones de inferioridad en que trabajan? El automóvil es uno de los secretos de por qué, siendo allí los jornales y las ganancias de los intelectuales enormemente mayores que las de los nuestros, los artículos resultan proporcionalmente más baratos que aquí.

Creo haber puesto de relieve que el automóvil es un elemento de trabajo en manos del médico, del ingeniero y de tantas otras profesiones.

* * *

Conocida es de todos la insuficiencia de nuestra red ferroviaria, y también se saben las dificultades que tropieza su desarrollo en regiones demasiado quebradas, de poca densidad de población y de naturaleza pobre. Al norte de la capital de España, sin ir más lejos, y para poner un ejemplo, se encuentran numerosos pueblos de la Sierra cuya comunicación con Madrid sigue siendo tan precaria y tan lenta como en los pasados siglos. ¿Es que esos numerosos núcleos de población no podrían subvenir mejor que ahora a las necesidades de la capital, y por ella a las del resto de España, con los elementos de su producción actual y otros muchos que la rapidez de comunicaciones desarrollaría si entre ellos y Madrid hubiera organizadas líneas de transportes por automóviles?

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Los transportes de mercancías con automóviles son indispensables en donde el ferrocarril no existe, y le completan, como últimas ramificaciones del sistema circulatorio sanguíneo, allí donde existe. Pero es más: en muchos casos, pueden servir paralelamente con él. Así, la leche que se transporta a Madrid por ferrocarril de los pueblos inmediatos vendría con más rapidez en automóviles, directamente, a los mercados, y con mayor baratura, pues quedarían suprimidos los transbordos del carro al vagón y del vagón al carro, que por vía férrea son precisos.

Durante la congestión en el tráfico que en todo el año 1917 sufrieron los ferrocarriles norteamericanos, los 435.000 camiones que había entonces allí transportaron 1.200 millones de toneladas de mercancías. En España transportaron, en 1909, todos los ferrocarriles, 32 millones de toneladas.

Los servicios de transportes automóviles, bien organizados, constituyen circuitos cerrados en los cuales se estudia el tráfico de mercancías de modo que los camiones no hagan viajes de vacío. Si, como antes decíamos, los pueblos de los alrededores de Madrid nos podrían enviar los productos de su suelo, en cambio recibirían los artículos necesarios para su bienestar, que ellos no producen y de los cuales carecen hoy totalmente.

El desarrollo de los transportes mediante automóviles traería una disminución en el número de cabezas de ganado necesarias en tales servicios. Ese no es inconveniente, sino ventaja, porque los terrenos destinados a producir los alimentos para esas bestias se dedicarían a obtenerlos para el hombre. Es decir, el aumento del automovilismo trae como resultado el acrecentamiento de la tierra utilizable para nuestra alimentación.

Se calcula que 100 automóviles equivalen a los vehículos arrastrados por 460 caballerías.

Como, según el censo de 1911, existían en España una totalidad de 1.450.750 caballos y mulas, y cada uno de ellos exige para su alimentación el cultivo de 202 áreas, resulta que ellos restan a la alimentación del hombre una totalidad de cerca de 3 millones de hectáreas; cifra que representa más del 5 por 100 de los 530.000 kilómetros cuadrados de suelo productor que poseemos.

Ahora bien: como los transportes por carretera son de todo punto insuficientes en nuestro país, como lo son los de las vías férreas, si se aumentasen en la medida que exigiría el aumento de densidad de nuestra población, representaría el aumento de la tracción de sangre una resta de consideración en los cultivos de cereales, escasos ya, para atender a la alimentación de nuestros habitantes.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Se ve, por ese concepto también, la ventaja de fomentar los transportes mecánicos.

* * *

Expuestas a grandes rasgos algunas de las positivas ventajas que el automovilismo debería reportarnos—ventajas que no era necesario hacer resaltar ante esta Asamblea, pues son de todos bien conocidas—, pasaré a determinar cuáles son las causas del raquítico desarrollo del Automovilismo en España, qué providencias debieran tomarse para conseguir el fomento del vehículo mecánico y cuál es la actual capacidad que nuestra nación tiene en punto al número de automóviles que podría contar en su censo.

Las principales causas son: 1.º El elevado precio de los combustibles, de las gomas y de los vehículos mismos.—2.º El mal estado de las carreteras, que agrava el mal anterior, puesto que si las carreteras estuviesen bien conservadas y tuviesen trazado adecuado, los automóviles gastarían menos y durarían más.—3.º Las contribuciones exageradas.—4.º La falta de conocimientos mecánicos en la masa del país.—5.º El casi nulo desarrollo de nuestra industria automovilista, a consecuencia precisamente de la poca salida de sus productos en la propia Nación.

* * *

1.º El elevado precio de los combustibles es, por hoy, un problema fiscal.

El combustible empleado en la inmensa mayoría de los automóviles ha sido la gasolina (que, como todos sabemos, es un producto derivado del petróleo), y, por lo tanto, hasta la actualidad, exótico en España, como era exótico en Francia y en Inglaterra. Ahora bien: en esos países, importado por las mismas grandes Compañías que lo importaban a España, costaba a mitad de precio que aquí. ¿Razón? Unos aranceles de Aduanas hechos para proteger... una fantástica industria nacional petrolera, y que, además de haber causado un perjuicio enorme a la Nación, no están hechos conforme a las reglas que taxativamente marca la ley de 20 de marzo de 1906 para las revisiones arancelarias.

Dice, en efecto, la regla cuarta en su apartado *B*) que "... productos naturales que no se obtengan en el país y que la industria nacional emplea como primeras materias—es el caso del petróleo—satisfarán por el indicado concepto un derecho que no exceda del 10 por 100 de su valor." Ahora bien: como a los petróleos se les carga con 30 céntimos kilo, equivale a que esta materia costase a 3 pesetas el kilo, y este precio no lo ha tenido nunca el petróleo en puerto español, compren-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

didos los gastos de transporte. Como su precio normal puede haber sido, a lo sumo, de 30 céntimos, si el arancel hubiera estado aplicado según la regla, los derechos serían de 3 céntimos kilo.

Pasemos a la gasolina. Vamos a considerarla como producto industrial. En tal caso, según el apartado *E*) de la misma regla, habría de pagar entre el 15 y el 50 por 100 de su valor; y como éste habrá sido, como máximo, de 40 céntimos, a lo sumo se le podría hacer pagar 20 céntimos, rayando ya en los límites de lo abusivo.

Por último, dice la repetida regla en su apartado: "Podrán estar sujetos a derechos superiores al 50 por 100 de su valor los artículos de renta y aquellos productos o manufacturas que, por las dificultades de su elaboración y la conveniencia de que se obtengan en el país, necesitan una protección arancelaria excepcional." Dentro de este parrafito es donde, por lo visto, han metido a los petróleos y las gasolinas, sin razón ninguna, pues ni tiene dificultades excepcionales la elaboración de la gasolina, ni se obtiene del suelo de España el petróleo por el mero hecho de ponerle aranceles altos.

La explotación de yacimientos petrolíferos del país es un ideal que, por desgracia, hasta el presente no ha dado resultado.

Las manifestaciones petrolíferas y bituminosas, en España, forman un arco que corre del Norte, por el Este, al Sur de la Península. En Torrelavega (Santander), la Casa Solvay hizo ya años varios sondeos, profundizando en uno de ellos hasta 350 metros, y encontró una pequeña cantidad de petróleo en terreno triásico. En Huidobro (Burgos), hacia el año 1860, se notaron rezumos de petróleo en una fuente, cerca de manifestaciones de cobre, en areniscas del cretáceo, en la falda norte de Peña Redonda. En el año 1873 hicieron una galería como de 50 metros, y destilaron petróleo de unas arenas. Dicho trabajo estaba casi cegado el año 1911. Posteriormente, se hizo un pozo de 40 metros, sin resultado, y en 1900 la Casa Hulster Frères sondeó hasta 500 metros, sin encontrar nada, y sin haber llegado al terreno jurásico, donde pensaban.

En Quintana Redonda (Soria), la "Compagnie Ibérique des Mines" hizo en 1907 sondeos en forma bien estudiada; y después de haber pasado los 450 metros, abandonó los trabajos.

En el Este, a una distancia de unos 20 kilómetros de la estación de Rubielos de Mora (Teruel), se encuentran arcillas pizarreñas bituminosas que arden con facilidad, desprendiendo fuerte olor a petróleo. Se presentan con afloramientos de lignitos en varios parajes de los términos municipales del citado pueblo, Fuentes de Rubielos, Olba y otros. Algunos de esos yacimientos están ya en explotación por la Casa Sabadell y Henry, para obtener lubrificantes y aceites pesados.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Dicha Sociedad ha llegado a destilar, como ensayo, los referidos productos hasta obtener un petróleo ligero propio para motores de automóviles; y el que esto escribe tuvo ocasión de hacer experiencias con unas muestras, que dieron perfecto resultado. No obstante, parece que, desde el punto de vista económico, no es ventajosa la obtención de ese petróleo ligero.

Los supuestos yacimientos de la provincia de Cádiz son los que han atraído más la atención. En 1860, una Compañía inglesa destilaba petróleo de ciertas areniscas bituminosas en el puerto del Boyar, cerca de Grazalema (Cádiz); pero la explotación duró poco por lo difícil de los transportes y coincidir además con el desarrollo enorme del mercado de América, que hizo imposible toda competencia.

Después, se han hecho numerosos sondeos en aquella provincia, y me extendería demasiado refiriéndolos todos. Citaré tan sólo los hechos en 1907 y 1908 en las inmediaciones de Villamartín, con hallazgos de ozoquerita y petróleo, del que se recogieron varios millares de litros.

Posteriormente, el Estado adquirió material de sondeos para efectuar las investigaciones acordadas por el Instituto Geológico, y efectuó trabajos que se llevaban con demasiada lentitud, y hasta el presente nada se ha conseguido.

En toda esa región de Cádiz se hicieron numerosas denuncias de terrenos, y ha sido visitada por diversos Ingenieros especialistas extranjeros, que emitieron informes con puntos de vista diferentes. El detalle de cuanto estoy indicando lo publicó el año pasado en la revista técnica *España Automóvil* D. Juan Huerta y Topete, que ha sido una de las personas que más se interesaron en los referidos yacimientos de la provincia de Cádiz. En resumen: sin negar la posibilidad de que futuros sondeos afortunados nos dieren el preciado líquido, por hoy, en lo que se refiere a gasolinas, debemos importarlas, y en consecuencia, el modo de que sean baratas se reduce a rebajar sus aranceles y el de los petróleos.

No cree el que esto escribe que deben abandonarse los trabajos de investigación en busca de petróleos dentro de la Península, y tal vez en la costa de Africa; mas como son enormemente costosos, habría que hacerlos después de un estudio geológico perfecto.

Pero no debemos limitarnos al uso de las gasolinas y otros derivados del petróleo algo más densos que principian a ser aprovechados en modernos carburadores.

Debido a la falta de importaciones de petróleos durante la guerra pasada comenzaron a emplearse en España de un modo general el benzol y el alcohol, y mezclas de estos productos indígenas. Si entre nues-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

tros automovilistas esto era nuevo, no sucedía lo mismo para los franceses, y menos para los alemanes, que hacía muchos años venían empleando en buen número de sus coches los referidos benzol y alcohol, producidos en grandes cantidades allende del Rhin.

El citado empleo fué, por otra parte, una fortuna para los alemanes; pues, si hubieran necesitado combustibles exóticos, no habrían podido utilizar en grande escala el automovilismo y otros servicios del motor de explosión durante la guerra, a causa del bloqueo.

Iniciado ya el camino hacia el empleo del benzol y del alcohol, no debemos abandonarle al recibir gasolina otra vez en abundancia, máxime cuando ésta ya no podrá tener precios bajos, aunque se reduzcan los aranceles, porque su coste ha aumentado en los países productores.

Debemos tomar con interés el estudio de un combustible líquido nacional eficiente y económico; y sirva esta ocasión para brindar el asunto a los distinguidos técnicos especialistas, que, de seguro, concurren a esta Asamblea.

La base de dicho combustible, en la creencia del que esto escribe, está en el alcohol, ya que nuestro país, como país de sol, es un acumulador de fermentaciones.

El benzol se produce en España en cantidades que no he podido determinar; pues durante el período de la guerra, las fábricas que lo obtenían evitaban por todos los medios dar a conocer la cuantía de su producción, porque es probable que se beneficiaban grandemente exportándolo.

De todos modos, no creo que el número global de toneladas de benzol fabricadas sea considerable; pero podría llegar a serlo al desarrollarse el aprovechamiento de los productos volátiles en la coquificación de los carbones.

Suponiendo un consumo medio anual por automóvil de 1.000 litros de combustible, los 12.000 automóviles españoles gastan 12 millones de litros; y si es de gasolina, 75.471 barriles americanos de 42 galones de capacidad, que representa el 0,64 por 100 de los 12 millones de barriles que exportaron de ese producto los Estados Unidos en 1918.

No hay que decir que esas cifras serían mayores al desarrollarse el Automovilismo en las medidas de las posibilidades que luego veremos, y cuando comiencen la Agricultura y la pequeña Industria a emplear los motores de explosión, si se consigue obtener un combustible líquido económico, por importación o por preparación doméstica.

Las gomas y el automóvil mismo alcanzan en España precios superiores a los que tienen en las naciones que los construyen en grandes cantidades. Esto es natural; y precisamente el mismo desarrollo que preconizo nos traería la fabricación numerosa de esos productos y la

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

posibilidad de que sus precios fuesen equivalentes a los extranjeros en el país de origen.

2.º Las carreteras y su estado es otro de los factores principales del automovilismo.

En realidad, por bien que se conserven, los actuales caminos no son apropiados para el moderno vehículo. Este utiliza lo que encontró ya hecho, pero nada más. Andando el tiempo, las carreteras estarán trazadas bajo conceptos técnicos distintos de los que hasta ahora se tienen, y los materiales empleados serán también diferentes.

Pero hasta tanto que eso llegue, hay que ir mejorando y adaptando en lo posible al Automovilismo la actual red de caminos.

Estoy seguro que la mejora de las carreteras, asunto inaplazable, constituye uno de los temas preferentes de este Congreso, y que ha de ser una de las conclusiones que se han de elevar a los Poderes públicos, por lo que yo me limito a citarla como elemento componente de este trabajo, y a causa de que no puede pensarse en tener líneas ni numerosos automóviles particulares y de turismo, mientras no haya pisos adecuados por donde rodar.

A propósito de turismo relacionado con las carreteras, permítaseme recordar una Memoria que el Ingeniero y Secretario general del Real Automóvil Club, D. Carlos Resines, presentó hace años con ocasión del V Congreso Internacional de Turismo.

El Sr. Resines proponía la reparación perfecta de tres circuitos de carreteras españolas, para permitir recorrer en condiciones de comodidad la casi totalidad de la Península a los turistas automovilistas extranjeros. Dichos tres circuitos estaban constituidos: el primero, por Irún, San Sebastián, Vitoria, Burgos, Valladolid, Segovia, Madrid, Guadalajara, Zaragoza, Barcelona y La Junquera; el segundo, por parte del anterior, hasta Madrid, y Talavera de la Reina, Cáceres, Pontevedra, Coruña, Oviedo, Santander, Bilbao, San Sebastián e Irún; y el tercero, por la primera parte de los anteriores, hasta Madrid, y Toledo, Valdepeñas, Bailén, Córdoba, Sevilla, Cádiz, Málaga, Granada, Alicante, Valencia, Castellón, Barcelona y La Junquera. El coste de las reparaciones de los 6.189 Km. de carreteras comprendidas en la relación citada, ascendía el año 1912 a 14.894.189 pesetas.

Al lado de ese gasto, observaba el Sr. Resines que en las Aduanas situadas en las carreteras fronterizas se registraban entonces al año más de 30.000 pasos de automóviles en uno y otro sentido. Admitiendo que, al tener en buen estado nuestras carreteras, tan sólo el 10 por 100 de esos pasos se hubiesen convertido en excursiones por uno de los circuitos estudiados, hubiéramos tenido 3.000 automóviles, que, ocupados por tres personas, como término medio, hubieran dejado anualmente,

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

según cálculos muy detallados, unos 13.500.000 pesetas; esto es, casi el coste de las refecciones proyectadas.

Pero ese es tan sólo un punto a considerar, y el menos importante, con serlo mucho. Lo transcendental es el impulso de los transportes y su abaratamiento a causa de su facilidad. Sabemos que el establecimiento de vías de comunicación y medios de transporte son los que determinan la formación de núcleos de población y de tráfico. Mejoremos nuestras carreteras, mantengámoslas en buen estado, demos facilidades para el establecimiento de líneas de automóviles de pasajeros y mercancías, y veremos desarrollarse la riqueza en las numerosas regiones miserables y deshabitadas que constituyen verdaderas manchas sobre el mapa de la Península.

Precisamente, en la nación vecina, Francia, tienen ahora como uno de los problemas primordiales la reconstrucción y refección de una gran parte de sus carreteras, que fueron destruidas en la zona de hostilidades o cuya reparación estuvo abandonada por falta de elementos y de brazos. Y aunque, como es fama, en Francia tenían unas magníficas carreteras, piensan que tales vías no se adaptan ya al tráfico moderno, y estudian distintos procedimientos de construcción de los empleados hasta hoy corrientemente.

La tendencia en Norteamérica (y parece que en Francia se va a adoptar) se dirige al uso del cemento. Un sistema consiste en formar el firme de la calzada con una sola capa de hormigón de cemento, uniformemente dosificada, de un espesor mínimo de 12 centímetros. Otro se hace poniendo primero una cimentación de 22 centímetros de grueso, compuesta de un hormigón menos rico que el empleado para la capa que va encima, que es la de desgaste, y que tiene al menos 5 centímetros de espesor.

No me extiendo en más detalles sobre el particular porque alargaría en exceso esta Memoria y me saldría del objetivo principal de ella. Permítaseme, sin embargo, en punto a carreteras para automóviles, citar la Lincoln Highway, vía transcontinental en construcción que unirá Nueva York con San Francisco de California. Dicha carretera se compondrá de varias pistas para automóviles yentes y vinientes rápidos, lentos y de carga, para motociclos, para tracción de sangre y para peatones. A lo largo de la vía, que estará iluminada durante la noche, se colocarán, en los cruces, grandes almacenes y muelles de carga y descarga de mercancías, y se formarán poblados y manufacturas. Andando el tiempo, es fácil que se convierta en una interminable Ciudad Lineal.

3.° Los impuestos que gravan en España sobre el automovilismo son mayores que en cualquiera otro país del Mundo; y lo más triste

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

es que dichos impuestos se hallan en razón inversa de los servicios prestados por las entidades oficiales a los automovilistas.

Como ejemplo vergonzoso, tenemos Madrid, cuyo pavimento no es digno de una ciudad; y aun lo que actualmente se construye de nuevo dista mucho de ser lo que debiera. Pues bien: en Madrid, un minúsculo automóvil de dos asientos y ocho caballos de potencia paga de contribución:

a) Impuesto sobre carruajes de lujo, anualmente, pesetas	96,00	
b) 11,28 pesetas anuales por asiento, incluso el del conductor; esto es, pesetas	22,56	
		118,56
c) El 100 por 100 de recargo sobre la suma de *a*) y *b*), pesetas		118,56
d) El 6 por 100 por administración, cobranza y partidas fallidas, sobre la suma de *a*), *b*) y *c*), pesetas		14,23
TOTAL		251,35

Parece que, en efecto, éste debiera ser ya *un total;* mas no sucede así. Tenemos el automóvil, y hemos pagado esa pila de impuestos caprichosamente superpuestos. Pero ese pago sólo sirve para encerrar el automóvil en la cochera y poderlo enseñar a los amigos. Si lo queremos sacar hay que pedir:

e) Permiso de circulación, arbitrio declarado taxativamente ilegal y que, no obstante, siguen cobrando los Ayuntamientos, a pesar de los recursos interpuestos en varias ocasiones. El tal permiso de circulación está computado por el número de caballos de potencia del coche a razón de 20 pesetas al año por caballo. Así, el cochecillo del ejemplo pagará además, para poder circular, pesetas 160,00

o sea, englobando las partidas *a*), *b*), *c*), *d*) y *e*), pesetas 411,35

Pagada tan respetable cantidad, que tienen la bondad de cobrar por trimestres, echamos gasolina al coche y salimos a la calle. En mala hora lo hemos hecho: un guardia municipal nos pregunta si hemos abonado el arbitrio *f*) de *paso de aceras,* que importa 53 ó 106 pesetas al año, y que deben pagar todas las puertas de Madrid por donde entran vehículos.

Si se viaja en automóvil, nos encontraremos pueblos y provincias

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

donde han establecido portazgos a su antojo, y poblaciones, como Sevilla, donde se mantienen los Consumos y hay que pagar una cierta cantidad por la gasolina gastada, que ya por sí tiene un precio enorme.

Al lado de las cifras citadas, y que corremos peligro que las aumenten, según los nuevos Presupuestos presentados, veamos lo que paga ese mismo pequeño automóvil de dos asientos y de 8 HP. de potencia en Inglaterra y en Francia, cuyos Gobiernos y municipalidades dan, en cambio, al automovilista carreteras y calles conservadas de muy distinta manera de la que nosotros padecemos.

En Inglaterra pagan los automóviles con arreglo a una tarifa formada según la potencia del automóvil. Al de nuestro ejemplo le correspondería pagar anualmente 3 libras y 3 chelines; esto es, con cambio a la par, 78,50 pesetas.

En esa nación se paga aparte el *lujo* en los coches, que consiste en llevar pintadas en la caja las iniciales o escudo del propietario. Por tal lujo se abonan al año 2 libras y 2 chelines.

En Francia, la tarifa depende de la importancia de la población. Tomando la más cara, que es la de París, encontramos: *a*) Por los dos asientos del vehículo, 50 francos; *b*) 5 francos por cada uno de los 8 caballos; esto es, 40 francos. En total, 90 francos.

Esos eran los impuestos anteriores a la guerra; no tengo a mi disposición en este momento datos sobre el aumento que han sufrido; pero admitiendo que los hayan doblado, llegamos en Inglaterra a las 6 libras y 6 chelines, y en Francia, a los 180 francos, inferiores a la mitad de lo que paga el mismo automóvil en España.

Mucho menores que esos impuestos son los de los Estados Unidos. En aquella nación varían según los Estados; pero tomando el de Nueva York, donde los tributos sobre los automóviles son más elevados que en los demás, el automóvil de nuestro ejemplo pagaría 5 dólares al año; cifra que, en comparación, no representa en Madrid más de 10 pesetas, porque, con igual esfuerzo, se gana allí una suma tres veces mayor.

Si pasásemos a considerar los impuestos que sufren las Compañías españolas interurbanas de automóviles para viajeros y carga, nos encontraríamos con una maraña de gabelas más complicada que la acabada de verse, y que da lugar a continuas consultas y torcidas interpretaciones.

A propósito de este mismo asunto, escribía en marzo pasado la Cámara Nacional del Comercio Automovilista de los Estados Unidos, con motivo de un pretendido aumento de impuestos:

"Los transportes con automóviles por carreteras, para que tengan éxito, han de ser económicos. Si se ponen restricciones a ese género de

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

locomoción y se *ha de pagar impuestos a la Ciudad, al Estado y a la Nación por diferentes conceptos,* como licencias, arbitrio por uso de las calles y de las carreteras, resultará demasiado caro y, por lo tanto, no podrá utilizarse. *Nuestro bienestar futuro depende de ese género de transporte.* Este llega a puntos donde no tocan los ferrocarriles. Se acerca hasta los costados de los barcos y de los vagones, y lleva los productos hasta la puerta del consumidor próximo, o a distancias lejanas, en mejores condiciones y más rápidamente que cualquiera otro medio de acarreo, haciendo que se reciban con doble rapidez que por gran velocidad. Efectúa su servicio en horas, mientras que el ferrocarril exige días. El coste resulta más barato que la gran velocidad en los caminos de hierro, y tan sólo en algunos casos es algo más caro que la tarifa de pequeña velocidad. Si se le recarga con toda clase de restricciones, arbitrios e impuestos, su desarrollo quedará detenido, y el Automovilismo resultará impedido como elemento de transporte."

4.° La falta de conocimientos mecánicos en la masa general del país es causa del encarecimiento de la mano de obra y de las reparaciones, en todo lo relacionado con el Automovilismo; el cual, a veces, cae en manos de explotadores que cobran precios abusivos, valiéndose del total desconocimiento de la materia por parte del cliente.

La gran mayoría de los mecánicos-conductores de automóviles no tiene la menor idea de la máquina que llevan en sus manos; y, en especial, la parte eléctrica de los modernos vehículos sufre con frecuencia averías (cuyas reparaciones se cobran bien caras), debidas tan sólo a la ignorancia de los que las manejan.

Por otra parte, hay muchísimas personas de posición económica suficiente a quienes sería útil poseer un pequeño automóvil, que ellas mismas podrían conducir y vigilar en la limpieza y engrase, y que no lo tienen por carecer de las aficiones que el conocimiento de la Mecánica trae consigo.

El mal, que es común al Automovilismo y a todos los asuntos industriales en general, proviene del sistema nacional de enseñanza, y éste no es lugar de insistir sobre ello.

Podemos, sin embargo, rectificar en cierto modo el daño, fomentando el establecimiento de clases especiales sobre automovilismo en las Escuelas Industriales y de Oficios, y organizando cursos cortos y conferencias nocturnas en Universidades, Ateneos o Escuelas de Ingenieros. Sociedades tales como los diversos Automóviles Clubs y las Cámaras Sindicales del Comercio Automovilista, de seguro han de apoyar la iniciativa, y hasta subvendrían a los gastos, si los hubiere.

5.° El pequeño desarrollo de la industria automovilista española se debe, en primer término, a la falta de mercado.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Se comprende que cualquier nueva marca de automóvil tropieza al nacer con inmensas dificultades, tales como lo costoso de los modelos y de sus ensayos, sus deficiencias naturales y su falta de renombre; dificultades que sólo pueden vencer rápidamente las Empresas con un capital muy grande. Mas si una Empresa tiene un capital muy grande, sólo será productiva si fabrica y vende en la misma medida; y esto último depende de la magnitud del mercado. Ahora bien: con un mercado que sólo absorbe anualmente unos 1.500 automóviles, como ocurre en España, a duras penas hay lugar para media docena de fábricas de minúscula producción; pues siempre debemos contar con la concurrencia extranjera; y como el producir poco en materia como el Automovilismo, donde los modelos varían cada año, es producir caro, venimos a parar otra vez a una de las causas del raquítico desarrollo del Automovilismo español, y es el alto precio del mismo automóvil.

Un automóvil, en España, no cuesta menos de 5.000 pesetas; pues veamos cómo se habría reducido el mercado automovilista de los Estados Unidos si en esa nación el precio mínimo de tal vehículo fuese de unos 2.000 dólares, que es la cifra que en el bolsillo del norteamericano puede equivaler a las 5.000 pesetas (en realidad, equivale a menos) en manos de un español.

Según una estadística hecha en 1 de enero de 1918, el precio de adquisición de los 5.003.182 automóviles de turismo que había registrados en los Estados Unidos se clasificaba así:

PRECIO	Número de automóviles.	Tanto por 100.
Menos de 500 dólares	2.346.549	46,8
De 500 a 749 »	556.498	11,1
De 750 a 999 »	956.244	19,1
De 1.000 a 1.249 »	308.104	6,1
De 1.250 a 1.499 »	295.459	5,9
De 1.500 a 1.999 »	186.983	3,7
De 2.000 a 2.499 »	120.972	2,4
De 2.500 á 2.999 »	108.060	2,1
De 3.000 a 3.999 »	69.691	1,4
De 4.000 y más »	62.622	1,2
TOTALES	5.003.182	99,8

Por el adjunto cuadro observamos que el número de automóviles del precio de 2.000 dólares y superiores a éste que había en los Estados Unidos era el de 361.345; cifra a la cual habría quedado allí reducida la de 5.003.182, si el precio inferior del automóvil de turismo fuese de

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

2.000 dólares. Esto es, de un golpe hubiera desaparecido el 92,9 por 100 de los propietarios de automóviles, y la proporción sería de un automóvil por cada 300 habitantes.

* * *

Expuestas las causas primordiales del pobre desarrollo del Automovilismo español, y deducidos sus remedios, si éstos se aplicasen, nos hallaríamos en condiciones semejantes a las de otros países para que aquí tuviese una extensión parecida.

Tratemos de determinar cuál sería nuestra capacidad en lo que se refiere al número de vehículos mecánicos que podríamos contar en el censo.

Para no hacer el estudio demasiado largo, consideraremos cinco grupos de vehículos:

1.º El pequeño coche particular, de un consumo de gasolina inferior a 10 litros en 100 kilómetros, y cuyo coste total de sostenimiento—sin mecánico—, contando con un recorrido anual de 12.000 kilómetros, no excede de 3.000 pesetas.

2.º El automóvil de gasto superior a 10 litros en 100 kilómetros e inferior a 18, entre cuyos límites están comprendidos los que tienen motores de 10 a 20 HP.

3.º El automóvil de consumo superior a 18 litros de gasolina en 100 kilómetros.

4.º El ómnibus de servicios públicos urbanos e interurbanos.

5.º El camión para transporte de mercancías.

El primer vehículo apenas es conocido en España, fuera de Barcelona, donde radican algunas de las fábricas que lo construyen. Como algunas de esas fábricas fueron iniciadas por jóvenes deportistas con Ingenieros, se atendió más al carácter deportivo de los vehículos; pero a medida que se desarrollan, van tomando sus automóviles tipo más utilitario.

El pequeño automóvil ha de utilizarse sin mecánico, puesto que, de otro modo, costaría más el collar que el galgo. Requiere, así, su adquisición un conocimiento preliminar de Mecánica, que, como más arriba expuse, no tiene la gran mayoría de las personas a las que dicha clase de vehículo podría ser de señalada aplicación.

Resulta, pues, que su desarrollo, entre nosotros, está paralizado por esa falta de educación mecánica; pero se aceleraría el desenvolvimiento organizando con frecuencia, más bien que carreras, demostraciones prácticas de consumo, y hasta creando premios de Economía para quien demostrase haber efectuado con su coche un máximo de kilómetros con

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

un mínimo gasto. Tales concursos los patrocinarían seguramente las Cámaras Oficiales Españolas del Automovilismo. Sin dificultad obtendríamos así 15.000 cochecitos rodando por España; cifra superior a la totalidad de vehículos automóviles hoy en uso.

El segundo grupo comprende los automóviles de empleo más general, pues abarca los muy prácticos de 10 a 15 caballos para ser utilizados por su propietario, sin mecánico; los apropiados para taxímetros, y los que admiten carrocerías cerradas para población y excursiones. Su número también podría llegar a 15.000.

En el tercer grupo entran ya los automóviles de gran precio y de lujosas carrocerías. Como hasta el presente, debido a las causas expuestas, el Automovilismo español está casi exclusivamente constituido por millonarios, la mayoría de los automóviles que hoy ruedan por nuestro país son de esta categoría. No exageraremos, por tanto, al asegurar que podría haber de ellos unos diez mil en España.

El ómnibus-automóvil, para servicios interurbanos y urbanos, ocupa el cuarto grupo. Algo hemos indicado acerca de la necesidad de establecer esas líneas de viajeros, que constituyen como las últimas ramificaciones del sistema arterial formado por los ferrocarriles. Italia, con sus 13.000 kilómetros de carreteras servidas con ómnibus públicos pertenecientes a más de cuatrocientas Compañías, nos da un ejemplo de lo que podrían ser aquí tales redes de automóviles. Un servicio análogo absorbería más de un millar de esos vehículos, y contando con los destinados en las poblaciones a otros usos, como coches de hoteles, etcétera, llegaríamos a 2.000 de ellos.

Estamos ahora ante el quinto grupo, constituido por el camión-automóvil; y aunque podíamos haberlo subdividido en categorías, lo consideraremos en un solo conjunto, por abreviar. Su desenvolvimiento es del mayor interés para nuestra prosperidad material (recuérdense las palabras que hemos citado de la *National Automobile Chamber of Commerce,* de los Estados Unidos); y así, debemos considerar el asunto como de la mayor importancia, tratando de hacer desaparecer las dificultades que, como he indicado, se oponen al mencionado desarrollo. Si en los Estados Unidos hay más de 500.000 camiones, siendo nuestra población un quinto de la suya, en igual proporción habríamos de tener cerca de 100.000. Pero esto es sencillamente un ideal, porque aun las naciones europeas productoras de automóviles, como Inglaterra, Francia, Alemania e Italia, no alcanzan, ni con mucho, la proporción de los Estados Unidos. Podríamos, eso sí, llegar a un décimo de la cifra de 100.000 camiones, antes citada, o sea, alrededor de 10.000.

Reuniendo las cinco partidas anteriores, encontramos una totali-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

dad de 52.000 vehículos mecánicos; número que representa la proporción de un automóvil para cada 403 habitantes.

Según una estadística formada por el Departamento extranjero de la "National Association of Manufacturers", de Norteamérica, se atribuye a España, con las condiciones actuales, una capacidad automovilista de 35.000 vehículos.

Por otra parte, comparando con las cifras de otros países, vemos que la proporción de 403 habitantes por cada automóvil que he expuesto, es casi la misma que la atribuída a Francia (402 por automóvil) en una estadística formada por la Oficina de Prensa de la Casa italiana "Fiat" a base de datos del año 1917.

No es, pues, descaminado el considerar que, si pudiésemos romper las trabas que impiden el fomento del automóvil, dicha capacidad de España estaría comprendida entre 50 y 60.000 unidades.

* * *

No se han considerado bien las halagüeñas consecuencias que tendría tal desarrollo del Automovilismo. En cuantas naciones ha podido prosperar esa industria, por haber hallado facilidades y elementos adecuados, se ha colocado en poco tiempo a la cabeza de las demás fabriciones, y, por sus múltiples necesidades y derivaciones, ha hecho que muchas de ellas se perfeccionasen y ampliasen.

Causa maravilla visitar las ciudades de Detroit y Toledo, en los Estados Unidos, desarrolladas como por arte mágico en menos de diez años, gracias a las inmensas fábricas de automóviles que allí se asientan. No menor admiración producen las visitas a los establecimientos y talleres de las Casas Renault y Citroën, en París, y los "Fiat", en Italia.

Tan sólo por citar datos concretos, y tomándolos de estadísticas establecidas por la "National Automobile Chamber of Commerce", de los Estados Unidos, daré a conocer algunas de las cifras que dan idea de la magnitud del desenvolvimiento industrial que el automóvil ha producido de una manera directa en aquella nación, sin que ello quiera decir que el nuestro podría ser proporcionado; pues los elementos primarios españoles no alcanzan igual relación con los de aquel país, pero sí nos servirán de base para *desear* el desarrollo y, por lo tanto, para *procurar* conseguirlo en la medida adecuada a nuestro marco.

La industria automovilista norteamericana representa un capital de 1.297 millones de dólares, que equivale al de todos los Bancos nacionales de aquella Unión, y dos veces mayor que el del grupo de la "Standard Oil", formado por treinta y cinco Compañías.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

El valor de los automóviles que construyeron en 1917 (494.580.601 dólares) fué doble de los intereses producidos por las doce mayores Compañías de seguros de los Estados Unidos.

La referida industria emplea 830.000 individuos; número que es la mitad de la totalidad de empleados de la red completa de los ferrocarriles norteamericanos, y no se ha contado el número de conductores de automóviles ni de empleados en *garages,* que pasarán de tres millones.

La totalidad de asientos de los automóviles para pasajeros en los Estados Unidos es de 25.000.000. La misma totalidad de sus ferrocarriles es de 3.500.000. Para que los mencionados ferrocarriles pudiesen transportar el número de personas que ahora llevan allí los automóviles, se necesitarían 60.000 nuevos vagones y 14.972 nuevas locomotoras, con un coste de 524 millones de dólares.

Como un solo ejemplo de influencia indirecta del Automovilismo en otros factores de la economía nacional, veamos la que en los Estados Unidos ha tenido sobre el valor de la tierra, según la última citada estadística.

Durante los veinte años anteriores a 1901 (época anterior al Automovilismo), aumentó anualmente en 400 millones de dólares el valor de las fincas rústicas del territorio de la Unión, y en la totalidad de ese mismo período aumentó la población en un 50 por 100, o sea, un 2,5 al año.

En los diez y seis años siguientes, hasta donde alcanzan los datos recogidos (época del Automovilismo), el valor de la tierra aumentó cada año en 1.300 millones; aumento más de tres veces mayor que el antes indicado, y que no se puede atribuir al crecimiento de población, pues ésta aumentó en el segundo período en un 33 por 100, o sea, en menor proporción que en el citado período anterior.

En manos de los agricultores norteamericanos hay dos millones de automóviles, no incluyéndose en esta cifra los que constituyen aparatos agrícolas.

* * *

Si en España tuviésemos 60.000 automóviles, ese número sería una buena base para el establecimiento de bastantes fábricas de vehículos mecánicos, que, además de la riqueza que representasen, indirectamente darían trabajo a la elaboración de muchas de las primeras materias que en la actualidad se van al Extranjero y fomentarían grandemente nuestros establecimientos metalúrgicos.

Pocas industrias, en efecto, exigen, como la automovilista, el concurso de elementos tan diferentes. Necesita de las minas de carbón, de

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

hierro, de cobre, de aluminio, de cinc, de plomo y de platino, por nombrar las principales, y del concurso de los altos hornos, de las fundiciones y talleres de elaboración de esos metales, y de las fábricas de productos químicos. Ha de recurrir a la Ganadería para obtener materias necesarias por intermedio de los curtidores, de los fabricantes de colas y de lanas. Acude también a la Agricultura en busca del algodón, de la goma y del alcohol, para proveerse de lonas y telas, neumáticos y barnices. Pide a los bosques la madera, y con ella da trabajo a las serrerías, a los talleres de construcción de cajas de coches, y hasta a las fábricas de papel e imprentas para su numerosa propaganda. Presta ocupación a los constructores de aparatos eléctricos. De las explotaciones de arenas, canteras y pozos de petróleos, requiere los elementos necesarios para los cristales, para el cemento de sus obras y para sus combustibles y lubrificantes... y aun esta relación es incompleta.

Además del personal de las fábricas, que podría sumar alrededor de 15.000 individuos, encontrarían ocupación más de 40.000 mecánicos-conductores y 20.000 empleados de "garages" y obreros de talleres de reparaciones, que con sus familias formarían un núcleo de unas 375.000 personas, cuyo medio de vida estaría en el Automovilismo.

Los ingresos que éste rendiría al Estado y a los Municipios serían, evidentemente, mucho mayores que los actuales, y en vez del procedimiento que ahora emplea nuestra Recaudación oficial, al estilo de los comerciantes malos, de cobrar mucho entre pocos, tendríamos el sistema del gran comercio, cobrando poco de muchos.

Tal es, a grandes rasgos, la visión de algo que está en nuestras manos conseguir, con sólo quererlo de veras, pues no hay obstáculos insuperables, y únicamente requiere algún trabajo de nuestra parte y comprensión del problema por los gobernantes.

El que esto escribe, penetrado de la vital importancia del asunto objeto de la presente Memoria, vería recompensado su trabajo si la Asamblea se dignara tomar en consideración las siguientes

CONCLUSIONES

PRIMERA. Solicitar el abaratamiento de los aranceles de Aduanas para los petróleos y las gasolinas.

SEGUNDA. Estudio de un combustible líquido indígena.

TERCERA. Solicitar la reforma total de los impuestos sobre los vehículos mecánicos, deslindando el carácter de lujo que ahora, sin excepción, se da a todos los coches particulares.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

CUARTA. Gestionar la refección de la red nacional de carreteras, y la reforma de éstas adaptándolas a la moderna locomoción.

QUINTA. Establecimiento de la enseñanza especial sobre Automovilismo."

El Sr. VICEPRESIDENTE hizo algunas observaciones sobre las conclusiones sentadas por el Sr. Samaniego, toda vez que algunas coincidían con otras expuestas en trabajos anteriores y estaban pendientes de discusión para el día siguiente. El resto de las conclusiones fué aprobado, acordándose elevarlas al Congreso en pleno.

Habiendo transcurrido la hora reglamentaria, se levantó la sesión, aplazándose la lectura del trabajo del Sr. Sancho sobre "Estereofotogrametría".

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

ACTA DE LA SESION DEL DIA 24 DE NOVIEMBRE DE 1919

Se abre la sesión a las once de la mañana.

Se dió lectura, en primer término, al extracto del trabajo del señor Sancho, cuyo contenido es el siguiente:

"ESTEREOFOTOGRAMETRIA CON PLACAS HORIZONTALES

Por D. RAMÓN SANCHO, *Capitán de Ingenieros.*

PREÁMBULO

La brevedad de este trabajo y su carácter nos impiden extendernos en consideraciones para ponderar la importancia de la Topografía, consideraciones por otra parte innecesarias dada la calidad de las personas a quienes nos dirigimos y la relación íntima de esta parte de la Ciencia con los trabajos a que muchas de aquéllas se dedican.

Quizá lo escrito en estas cuartillas no tenga el carácter práctico que desde un principio se ha querido dar a cuanto en este Congreso se presentará; pero es tal el interés del asunto de que vamos a tratar y es tan digno de estudio este sistema novísimo de levantamiento de planos, que no vacilamos en presentar nuestro modestísimo trabajo a la crítica de cuantos aquí se reúnen.

En el año de 1902, y en una Memoria que, sobre trabajos de Fotogrametría llevados a cabo en la Escuela Práctica del primer Regimiento de Zapadores-minadores, se publicó manuscrita, apunta ya su autor, cuyo nombre sentimos desconocer, ya que no firma el ejemplar que hemos consultado, la idea de que debían llevarse a cabo experiencias de esta índole, no sólo con placas verticales, como fueron las realizadas, sino con placas inclinadas y horizontales también, aunque sin ninguna fe en el resultado de estas últimas experiencias, si no era demostrar la aplicación militar de aquellas fotografías. Basábase su idea en un artículo publicado por el Mayor General italiano Sig. C.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Crema en la *Rivista d'Artiglieria e Genio,* y en el estudio crítico de aquélla, el mismo autor desconfía de su alcance práctico; cosa nada extraña si se tiene en cuenta que, siendo la Fotogrametría de placas verticales, conocidísima ya en aquella época, ni la exactitud de este sistema de levantamiento de planos, ni su rapidez y coste, satisfacían al crítico que lo comparaba con los procedimientos de levantamiento regular en uso.

Pero hacía ya un año que el doctor Pulfrich había comenzado a realizar su estereocomparador, con la idea de Hector de Grousilliers, de aplicar a la medición de distancias la visión estereoscópica; y estas nuevas ideas, creando un sistema nuevo, dieron a la Fotogrametría un alcance práctico imposible de calcular. Exactitud, rapidez y economía, esas tres condiciones tan necesarias en esta clase de trabajos, ya se podían conseguir.

Inútil es hablar de los progresos realizados de entonces acá en el sentido práctico del sistema. Su verdadero apóstol en España, el Ingeniero de Caminos D. José María Torroja, lo viene empleando hace años, y a su experiencia y estudio se deben publicaciones interesantísimas sobre la cuestión que dicen más en su favor que cuanto nuestra modesta pluma pudiera escribir.

Resuelto de un modo práctico ya este asunto, apunta de nuevo la idea del empleo de placas horizontales en la mente de otro Jefe de Ingenieros militares, el malogrado Coronel D. Arturo Vallhonrat, quien, después de estudiar una teoría completa del sistema, trató de llevarla a la práctica proponiendo a la Superioridad, en Memoria por él presentada, la realización de experiencias conducentes a estudiar el alcance práctico del nuevo procedimiento. Presentada esta Memoria a fines de 1915, no fué aprobado el proyecto hasta abril de 1916, llevándose a cabo las experiencias en agosto del mismo año, por no haberse podido efectuar antes a causa de dificultades técnicas y del servicio.

De su resultado y del estado actual de la cuestión, vamos a tratar, empezando, como es lógico, por exponer los fundamentos de la misma.

Fundamento del método.—Mientras la Fotografía se empleó en el levantamiento de planos por el método de intersecciones, conocido con el nombre de Fotogrametría, no se pudo utilizar desde globos, porque no era posible fijar de una manera *absoluta* la situación de la placa fotográfica en el momento de impresionarse. Por procedimientos ingeniosos, trataba el ya aludido Cav. C. Crema de salvar este escollo y determinar el ángulo que la placa formaba con el horizonte (no se olvide que operaba con placas inclinadas un ángulo cualquiera) y la situación del punto de estación; pero lo primero no era factible sino con el globo absolutamente fijo en el momento de la impresión, cosa imposible

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

de lograr, y una y otra determinación se efectuaban sin ninguna garantía de exactitud.

Fué necesario que apareciera el método estereofotográfico para poder utilizar estas fotografías sin que fuese necesario determinar la situación de las placas, bastando saber que sus superficies impresionadas eran seguramente horizontales para que ellas mismas diesen elementos suficientes para fijar sus posiciones relativas entre sí y con los puntos del terreno en ellas representados.

El método que vamos a describir se funda en el principio siguiente: Si se imprimen dos placas fotográficas, rigurosamente horizontales desde dos puntos elevados sobre el terreno, una distancia que esté en relación con el espacio abarcado y separadas entre sí lo necesario para que cada una fotografíe, por lo menos, la mitad del terreno fotografiado por la otra, la medición de ciertas longitudes en ellas nos conducirá a la determinación de todos los elementos necesarios para dibujar el plano del terreno fotografiado por ambas, siempre que en cada placa aparezcan las imágenes de tres o más puntos del terreno fijados de antemano.

El método comprende, pues, dos partes completamente distintas: una, la obtención de fotografías dobles, de una misma extensión de terreno, desde puntos situados a una altura variable, y otra, la preparación de este terreno, de modo que en las fotografías aparezcan imágenes de puntos bien visibles cuya situación planimétrica esté bien determinada.

Posibilidad de realizar estas condiciones.—Obtener fotografías desde la barquilla de un globo, ya sea libre o cautivo, ha sido cosa corriente. Por esto no ha de presentar dificultad alguna su utilización para este fin; y, por el contrario, parece que su empleo ha de reportar grandes ventajas; y, sin embargo, no es así; porque los globos cautivos son de difícil manejo y no se pueden utilizar en ciertas clases de terreno, quizá los más indicados para emplear el método de levantamiento que estudiamos (muy accidentados o cubiertos, ocupados por un enemigo, etcétera). Además, el empleo de globos cautivos no es práctico ni aun en los casos más corrientes, si se tiene en cuenta lo elevado de su coste y el de su entretenimiento; lo numeroso del personal necesario para su manejo, que ha de tener además una instrucción especial; el precio del hidrógeno, necesario para cada ascensión, dadas las constantes pérdidas de gas en tales aparatos; la dificultad y coste de los transportes del material necesario; la lentitud de las ascensiones, difíciles siempre a poco que el viento sople, y, por último, las oscilaciones y sacudidas bruscas a que estará sometido el aparato de suspensión de la cámara,

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

con el consiguiente riesgo de ésta sobre todo al principio de la ascensión y en el punto del aterrizaje. La práctica nos confirmó, y aun nos descubrió, nuevos inconvenientes durante nuestras experiencias. Por otra parte, los globos libres no siempre tomarán una dirección conveniente, y el operador casi nunca podrá situarse donde convendría hacerlo.

El empleo de los dirigibles salva estas dificultades; y desde luego creemos posible y recomendable su uso, siempre que los haya; por ejemplo, en algunos casos de guerra; pero su coste excesivo los excluye de las demás aplicaciones, y hay que recurrir a otro sistema. Veamos el aeroplano.

Desde luego se nos alcanza que la gran velocidad que debe llevar un aeroplano para conservar su estabilidad ha de ser la primera dificultad que se nos ha de presentar, y así es en efecto.

Supongamos al aeroplano una velocidad de 80 Km. por hora o de 22 m. por segundo; y si ahora suponemos que a cada 600 metros de recorrido se ha de impresionar una placa de 6 × 9 cm. de superficie, resultará que cada 27" de tiempo se habrán de ejecutar todas las operaciones de disparo de obturador y cambio de placa; pero si, además, queremos que la imagen obtenida tenga una fijeza superior a 0,00001 metros, que es la máxima aproximación con que da sus medidas el *estereocomparador*, veremos que, para una distancia focal del objetivo igual a 9 cm., se deberá dar al obturador una velocidad de exposición de 1/1.100 de segundo. Y hemos partido de una velocidad del aeroplano que con los aparatos modernos casi siempre será rebasada.

Ahora bien: la condición de impresionar dos fotografías consecutivas en un espacio de tiempo de 27" como máximo, es relativamente fácil de realizar empleando aparatos construídos expresamente para ello; pero la de obtener imágenes con una velocidad de obturador de 1/1.100 de segundo y mayores exige objetivos muy luminosos con aberturas relativas, por lo menos, de 1/4,5 de la distancia focal, empleados en placas extrarrápidas, en paisajes bañados por un sol de Estío; circunstancias que limitan bastante el empleo del procedimiento, sin que se pueda decir que lo imposibilitan en absoluto, puesto que en la resolución del problema entra como factor muy principal la escala del plano; y admitiendo que éstas sean muy pequeñas, de 1 : 50.000, se puede admitir también una tolerancia de hasta 0,00005, con lo cual la velocidad de exposición se podrá reducir a 1/220 de segundo; lo que permite obtener fotografías en todo tiempo empleando objetivos luminosos.

Resulta, pues, que el problema sería posible empleando aeroplanos que llevasen velocidades de 80 Km. por hora, con tal de admitir para el dibujo una escala de 1 :50.000, o menor, que son las que se adop-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

Fig. 1ª

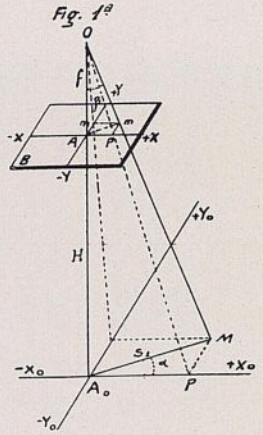


Fig 3

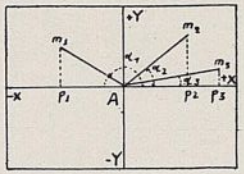


Fig. 2.

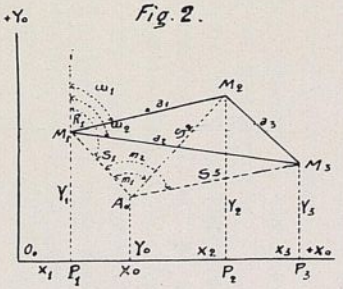


Fig 6ª

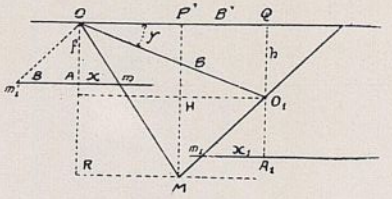


Fig. 4ª

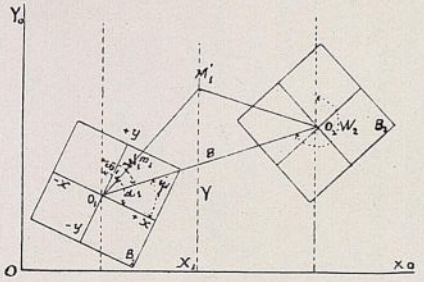


Fig. 5ª

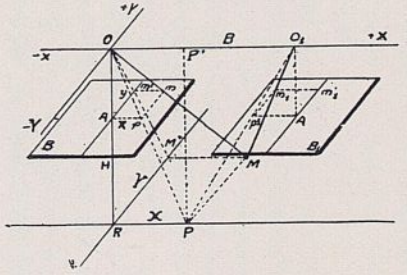


Fig. 8

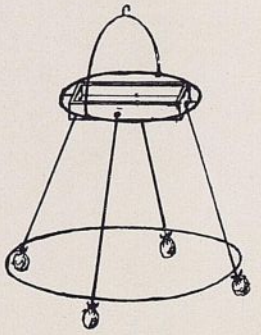


Fig. 10 —

Fig. 9.

Fig. 12.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

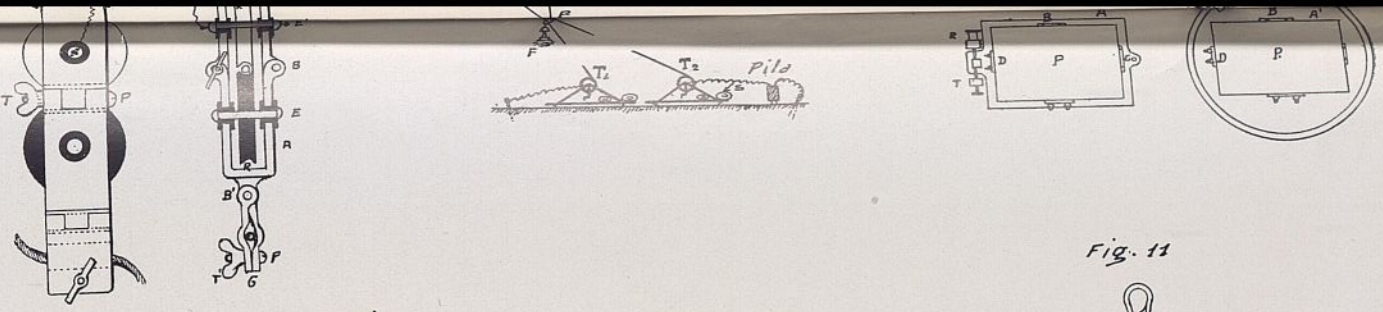


Fig. 7.

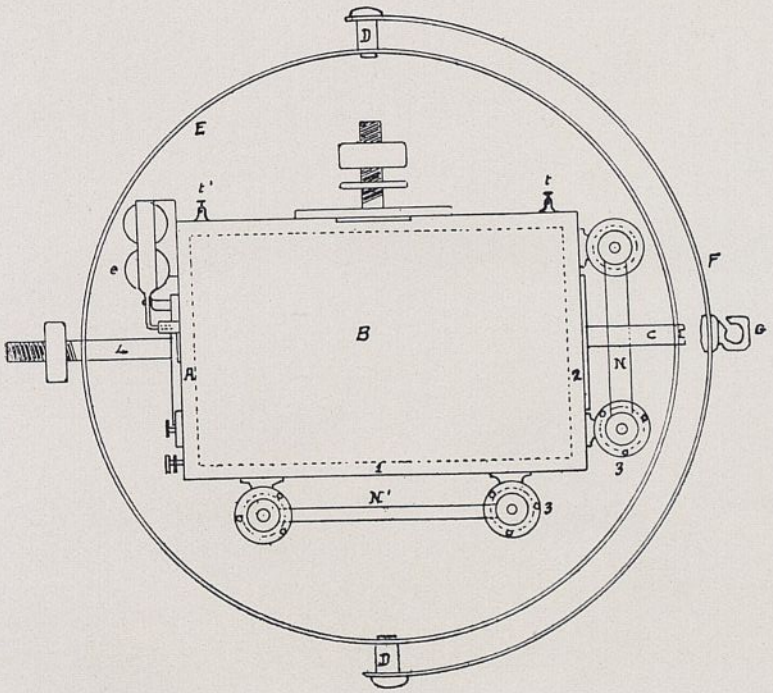
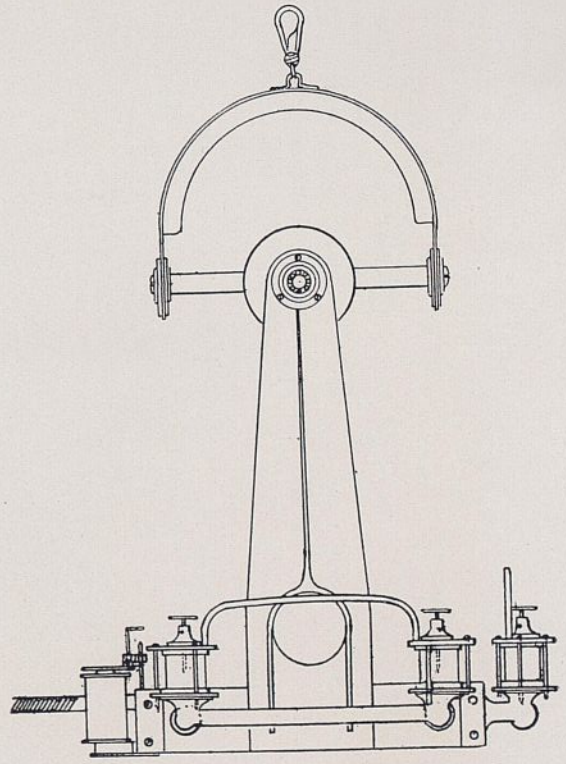


Fig. 11



FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

tan en los planos llamados *croquis*, siempre mucho más exactos y completos que los que se dibujan con datos tomados a ojo por el observador del aeroplano.

Mas no es ésta la única dificultad que origina la rápida marcha de estos aparatos y su naturaleza. A nada que se reflexione surge en seguida la de colocar la placa horizontal en el momento de impresionarse. ¿Cómo conseguir esta horizontalidad? No podemos fijar rígidamente la cámara al aparato, puesto que no sabiendo la inclinación de los ejes de éste respecto a la horizontal, mal podría hacerse que la placa adoptara esta posición. Y si el aparato de suspensión de la cámara no está fijo al aeroplano, sino que oscila libremente suspendido de uno de sus puntos, ¿cómo evitar que la cámara se retrase en su marcha, por inercia, respecto a la vertical del punto de suspensión, adoptando una posición inclinada la placa, ni cómo medir esta inclinación con la horizontal desconociendo la velocidad del aeroplano? Y véase que prescindimos de la resistencia del aire en la marcha, que para nuestro aparato quizá no fuese difícil de anular.

Y aun suponiendo que por algún sistema de contrapesos regulables u otro cualquier procedimiento se llegase a la posición horizontal de la placa, ¿cómo podríamos comprobar esta posición sino con la ayuda de niveles?; y en ellos, la masa de agua, u otra cualquiera libre en el interior del tubo, sufriría a su vez los mismos efectos de inercia que falsearían sus indicaciones. Sin hablar de los niveles de mercurio que lleva el aparato que más adelante describiremos, en los que estos efectos se harían sentir de un modo decisivo.

Estas dificultades, y algunas otras que fácilmente se sugieren, hacen impracticable el sistema de elevación por aeroplanos.

Con las cometas llamadas celulares, quedan resueltos todos los problemas y anuladas todas las dificultades. La economía del material, poco voluminoso y desmontable; la de su transporte, dadas estas circunstancias; el casi nulo gasto de entretenimiento y la facilidad de la maniobra, que requiere poco personal y escasa y sencillísima instrucción, unido a lo suave de sus oscilaciones en el aire y al ningún riesgo de la cámara empleando el tren de dos cometas, tanto al elevarla, como al recogerla, hacen de estos aparatos el ideal de los de elevación, haciendo pensar en una nueva y ventajosísima aplicación del sistema al levantamiento de planos de poblaciones, ya que lo reducido del espacio necesario para todas las operaciones permitirá emplear las cometas en plazas, paseos y aun en algunas azoteas amplias.

Lo único que limitará su empleo será la falta de viento; pero, dada la poca intensidad del necesario para la elevación de las cometas celulares, únicas de uso ventajoso en estos casos, esta limitación se re-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

ducirá, en el caso más desfavorable, a unos días del año en mayor o menor número, según la región donde se pretenda aplicar el sistema.

Ya sabemos que el empleo de los globos cautivos limitaba algo el campo de acción del procedimiento en el caso de que se utilizase en terreno dominado por un enemigo, por la dificultad de colocar en él señales que marquen los vértices de la triangulación preliminar, ocupando entonces este sistema el puesto que actualmente se asigna a los croquis levantados a ojo, con bastante ventaja en cuanto a la exactitud. La misma consideración puede hacerse respecto de las cometas. Pero si hacemos extensivo el procedimiento a terrenos que pueden recorrerse sin peligro, aun admitiendo la poca altura a que se colocan esta clase de aparatos (globos cautivos o cometas), creemos que su empleo dará forma completamente práctica al sistema estereofotográfico.

Empleando un globo o una cometa elevados a 900 metros sobre el terreno, el espacio abarcado por cada prueba fotográfica vendrá representado por un rectángulo de 600 por 900 metros de lado, tanto si se opera con placas de 12 × 16 cm. y objetivo de 16 cm. de foco, como si se reduce el tamaño de las primeras al de 6 × 9 cm. y la longitud focal a 9 cm.

En ambos casos, se podrán emplear exposiciones hasta de 1/4 de segundo, permitiendo el empleo de placas ordinarias y ortocromáticas con ecrans coloreados, que dan a las imágenes una finura en los detalles que no se obtiene nunca con las placas rápidas.

Claro está que, en estas condiciones, se pueden levantar planos en toda clase de escalas por grandes que sean (1/100, 1/200, 1/1.000, etc.)

Por lo que respecta a la condición de disponer en toda la extensión del terreno sujeto a un levantamiento de esta clase, una porción de señales cuya situación esté completamente determinada de antemano limita bastante su empleo en terreno ocupado por un enemigo, siempre que se empleen alturas de observación de 900 metros, que obligarían a dar a los triángulos que se formasen lados de 300 metros; pero si empleamos alturas de 2.000 metros, como ya los triángulos podrán tener lados de 1 kilómetro de longitud, que, si no son fáciles de medir en terreno enemigo, podrían tener parte de sus vértices en terreno amigo o en posiciones fortificadas, no vemos que dificulte gran cosa el procedimiento que estudiamos. Debemos hacer constar que, en la práctica, no hemos ensayado tan grandes alturas de observación; pero no creemos sea difícil alcanzarlas con cometas organizadas en tren, como luego se dirá, y de tamaño suficiente para soportar el peso del cable consiguiente.

Desarrollo del sistema.—Se marcan sobre el terreno los vértices

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

de una triangulación topográfica, que, además de cumplir con las condiciones de forma que se exigen a los triángulos para que los lados se corten lo más normalmente posible, cumpla la más importante de que la longitud de sus lados permita situar dentro de cada placa fotográfica, por lo menos, tres vértices.

Esta condición relaciona la anchura de la placa, el foco del objetivo y altura sobre el suelo a que se coloque el aparato fotográfico.

Empleando placas del tamaño 13 × 18 centímetros, que son las que permite usar el estereocomparador del modelo más corriente, y objetivos de 0,20 m. de distancia focal para una altura de 900 m., podrá admitirse una longitud máxima para los lados de 810 m.; y si la altura se eleva a 2.000 m., podrá aumentarse esta longitud hasta 1.800 metros; cifras que, como se comprende, no se deberán nunca alcanzar, por el temor de que no queden los dos extremos de algún lado dentro de la misma placa. Por esto, establecemos la cifra de 700 m. en el primer caso, y la de 1.500 en el segundo.

Una vez marcados sobre el terreno los vértices de la triangulación, se determinarán todos sus elementos, lados y ángulos, refiriéndolos a un sistema de coordenadas rectangulares y, además, las cotas de los vértices, procediéndose entonces a fotografiar dichos vértices, escogiendo la altura a que deban hacerse las impresiones y la separación que deba haber entre cada dos fotografías para que tengan común, por lo menos, la mitad del terreno abarcado por cada una.

En el sistema estereofotográfico, se establece que la separación entre las estaciones no debe exceder de 1/20 ó 1/30 de la distancia a que se encuentra de la estación el punto más alejado, la cual, por otra parte, se hace depender de la escala del plano y de la distancia focal, diciendo que no debe ser superior a lo que represente en el terreno el triplo de esta distancia focal; así, en el caso general que consideramos, el aparato podría colocarse a una altura sobre el terreno igual al valor de 0,60 metros, reducida a la escala del plano, que supuesta, como dijimos en párrafos anteriores 1/50.000, resultaría ser la de 30 Km., espaciándose las estaciones 1 Km.; valores imposibles de alcanzar.

Si en lugar de adoptar una escala determinada, empezamos por admitir una separación entre las estaciones igual a la mitad de la anchura del terreno abarcado, para deducir después la escala mayor que podría adoptarse, veremos que, en el caso de elevar el aparato fotográfico 900 m., lo cual da al terreno fotografiado una anchura de 810 m. y una separación de 410 m. entre las estaciones, es preciso adoptar una escala inferior a 1/2.500, y en el de admitir una altura de 2.000 m. y un espacio fotografiado de 1.800 m. y una separación entre las estaciones de 900 m., la escala máxima se reduce a 1/45.000.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

En este último caso, podríamos aun aumentar la escala hasta 1/30.000, admitiendo que las estaciones se separen sólo 600 metros.

Las condiciones que se exigen a las fotografías obtenidas son la de que todas sean paralelas; es decir, perfectamente horizontales, en el caso que estudiamos, y la de que lleven marcada con toda exactitud la proyección del centro óptico del objetivo; condiciones más fáciles de realizar que las numerosas que exige el método estereofotográfico de uso corriente; ventaja innegable que lleva sobre éste el procedimiento que estudiamos.

La condición de horizontalidad de la placa no es difícil de conseguir dotando al aparato de una suspensión Cardan, después de equilibrar su peso de modo que su centro de gravedad esté en la misma línea vertical del centro de suspensión; pero para conseguir la segunda condición, el aparato deberá someterse a las mismas correcciones a que se sometería si fuese a emplearse con el método estereofotográfico ordinario.

Con los aparatos fotográficos usuales, no es posible obtener resultado alguno, del mismo modo que no son aplicables al procedimiento estereográfico corriente. Ni tampoco los aparatos ideados para éste son aplicables al método que estudiamos, necesitando que para ello posean condiciones especiales.

El aparato más práctico para el objeto debe ser de tamaño reducido, para facilitar su manejo y poderse cambiar las placas automáticamente desde el suelo o desde el sitio que ocupe el operador, sin cambiar el aparato de su puesto ni tocarlo, para evitar oscilaciones.

El preconizado por el Coronel Vallhonrat consiste en una placa circular giratoria dentro de una caja, la cual lleva unidas seis placas sensibles de 6 × 9 cm., que se van presentando sucesivamente delante de un objetivo fotográfico de 9 cm. de foco, provisto de un obturador. Cada vez que se dispara el obturador del objetivo, mueve una palanca, que, a su vez, permite el movimiento horizontal de la placa en la cantidad necesaria para que se coloque la segunda placa sensible en el lugar que ocupaba la primera impresionada; movimiento este último que no debe realizarse hasta el momento de cerrarse el obturador para quedar otra vez montada la máquina; repitiéndose toda esta operación seis veces, al final de las cuales se ha de cargar nuevamente el aparato.

Todo él, escrupulosamente equilibrado, va suspendido a la Cardan, del globo cautivo, dirigible, cometa o cualquier otro aparato que se emplee para su elevación.

El disparo del obturador del objetivo se hará eléctricamente cuando el operador actúe desde tierra o por medio de un resorte flexible, siempre que el aparato esté cerca de aquél.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

A cada fotografía impresionada se le asigna un número de orden, la letra que indica el punto desde el cual se impresionó y la distancia focal del objetivo.

El número de orden de cada placa se repetirá en el formulario correspondiente que se lleve, y al lado de aquél se irán escribiendo todos los datos que de ella se obtengan, ya sea por medición directa, ya por deducciones y cálculos.

Las fotografías obtenidas en el tamaño reducido de 6 × 9 cm. se ampliarán al de 13 × 18 al sacar las diapositivas, aun cuando se aconseja operar directamente sobre los negativos.

No dejamos de comprender que la conversión de negativas en diapositivas casi duplica el gasto y el trabajo; pero, a pesar de todo, y en tanto que el operador no esté muy práctico, no vacilamos en aconsejar que no se prescinda de esta operación por lo mucho que simplifica el reconocimiento de los puntos que son comunes a cada dos placas, evitando así la comisión de errores que pueden llegar a inutilizar parte del trabajo hecho.

Midiendo en cada una de las placas las coordenadas rectangulares de las imágenes de los vértices de la triangulación, se situarán en el plano de ésta las proyecciones sobre él de los puntos de estación y la distancia horizontal que los separa entre sí y de los vértices de la triangulación, con cuyos datos y los paralajes de los diferentes puntos del terreno se tendrán todos los elementos necesarios para fijar sus situaciones sobre el plano.

Para los que no conozcan el procedimiento estereofotográfico ordinario que sirve de base al que estudiamos, les recomendamos la obra de D. José María Torroja titulada *Levantamiento de planos por medio de la Fotografía estereoscópica,* o la del difunto Teniente Coronel de Estado Mayor Mas Zaldúa, que lleva por título *Aplicaciones topográficas de la Fotografía estereofotogramétrica.*

Fórmulas empleadas.—Determinación de la altura H a que se ha hecho estación = Si B representa el cliché de una fotografía tomada desde el punto O (fig. 1), con una distancia focal OA = f y de modo que su plano sea horizontal; si materializamos los rayos visuales OA y Om que pasan por el centro de la placa fotográfica A (llamado punto principal) y un punto cualquiera m que sea la imagen de otro punto M del terreno, que pudiera ser uno de los vértices de la triangulación establecida, y si por este punto suponemos trazado un plano horizontal, este plano cortará el rayo OA en un punto A_0, que por ser, tanto aquél, como el de la placa, horizontales y la línea OA vertical, será la proyección del punto O sobre dicho plano.

Si ahora hacemos pasar planos verticales por las líneas AX y AY

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

(que son las que en la placa determinaron el punto A) ambos planos se cortarán entre sí según la línea OA_0 y al plano que pasa por M, según las líneas A_0X_0 y A_0Y_0, respectivamente, paralelas a las anteriores AX y AY. Estas rectas AX y AY se podrán tomar como ejes coordenados provisionales para medir los primeros elementos de cálculo.

En este concepto, si en la placa se miden longitudes $Ap = x$, y $Am = y$, coordenadas del punto m, y se llama α al ángulo mAp, tendremos:

$$(1) \qquad \text{tang } \alpha = \frac{y}{x}$$

Del mismo modo, si llamamos β al ángulo AOm, podremos escribir:

$$\text{tang } \beta = \frac{Am}{OA}$$

y como $Am = \sqrt{x^2 + y^2}$ y $OA = f$, tendremos:

$$(2) \qquad \text{tang } \beta = \frac{\sqrt{x^2 + y^2}}{f}$$

En el triángulo OA_0M, rectángulo en A_0, se verifica que

$$OA_0 = A_0M \text{ cotang } \beta$$

y como OA_0 representa la altura del aparato O sobre el punto M, y representando por S_1 la longitud A_0M, se convertirá en

$$(3) \qquad H = S \text{ cotang } \beta = \frac{S_1 f}{\sqrt{x^2 + y^2}}$$

fórmula que nos dará el valor de H conocida que sea la longitud S_1.

Vamos, pues, a determinarla; pero antes es preciso conocer la situación del punto A_0 en el plano de la triangulación.

Para esto supongamos por un momento que siendo el terreno fotografiado, desde el punto O, completamente horizontal, su superficie coincida con el plano trazado por el punto M_1, y que sobre él hemos fijado la situación de otros dos puntos M_2 y M_3, que con el anterior, que designamos por M_1, forman el triángulo $M_1 M_2 M_3$ (fig. 2), del cual conocemos los tres lados a_1, a_2 y a_3, y sus tres ángulos.

Llamemos $O_0 Y_0$ y $O_0 X_0$ al sistema de ejes coordenados que nos

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

han servido para fijar en el plano la situación de los puntos M_1 M_2 M_3 (que pudiera ser la dirección de la meridiana y su perpenticular), y sean, respectivamente, Y_1 y X_1, Y_2 y X_2, Y_3 y X_3 las coordenadas de los mismos, y ω_1 y ω_2 los azimutes de los lados $M_1M_2 = a_1$ y $M_1M_3 = a_2$, cuyas longitudes vendrán expresados por

$$(4) \qquad a_1 = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2}$$

$$\text{y} \qquad a_2 = \sqrt{(X_3 - X_1)^2 + (Y_3 - Y_1)^2}$$

y sus azimutes por las

$$(5) \qquad \text{tang } \omega_1 = \frac{X_2 - X_1}{Y_2 - Y_1} \qquad \text{tang } \omega_2 = \frac{X_3 - X_1}{Y_3 - Y_1}$$

Supongamos conocida la posición del punto A_0 que buscamos, y unámoslo con M_1 M_2 y M_3: los ángulos m_1 y m_2 que forma la línea M_1 A_0, que llamaremos S_1, con las M_2 A_0 y M_3 A_0, que designaremos también por S_2 y S_3 vendrán dadas por las fórmulas

$$(6) \qquad m_1 = a_1 - a_2 \qquad m_2 = a_1 - a_3$$

tal como indica la figura 3.

Las coordenadas X_0 e Y_0 del punto A_0 vendrán dadas por las fórmulas

$$(7) \qquad X_0 = X_1 + S_1 \text{ sen } R_1 \qquad Y_0 = Y_1 + S_1 \cos R_1$$

en las cuales los valores de S_1 y R_1 se obtendrán en función de cantidades conocidas del modo siguiente:

En los triángulos $M_1M_2A_0$ y $M_1M_3A_0$ (fig. 2) se verifica que

$$\frac{a_1}{S_1} = \frac{\text{sen } m_1}{\text{sen } [R_1 - (\omega_1 - m_1)]} \qquad \text{y} \qquad \frac{a_2}{S_1} = \frac{\text{sen } m_2}{\text{sen } [R_1 - (\omega_2 - m_2)]}$$

de las cuales se deducen las siguientes:

$$(8) \qquad \text{tang } R_1 = \frac{a_2 \text{ sen } m_1 \text{ sen } (\omega_2 - m_2) - a_1 \text{ sen } m_2 \text{ sen } (\omega_1 - m_1)}{a_2 \text{ sen } m_1 \cos (\omega_2 - m_2) - a_1 \text{ sen } m_2 \cos (\omega_1 - m_1)}$$

$$(9) \qquad S_1^2 = \frac{a_1^2 a_2^2 \text{ sen}^2 [(\omega_2 - m_2) - (\omega_1 - m_1)]}{a_1^2 \text{ sen}^2 m_2 + a_2^2 \text{ sen}^2 m_1 - 2a_1 a_2 \text{ sen } m_1 \text{ sen } m_2 \cos [(\omega_2 - m_2) - (\omega_1 - m_1)]}$$

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Conocidos los valores de X_0 e Y_0, se calcularán los de S_2 y S_3 por las fórmulas

$$(10) \qquad S_2 = \sqrt{(X_2 - X_0)^2 + (Y_2 - Y_0)^2}$$

$$(11) \qquad S_3 = \sqrt{(X_3 - X_0)^2 + (Y_3 - Y_0)^2}$$

Hemos supuesto que, tanto el punto A_0, como los M_1 M_2 y M_3, estaban en un mismo plano que pasaba por M_1; pero esto nunca sucederá, por cuyo motivo se ha de determinar el valor de la altura del punto O de estación, no sobre el plano que pase por el punto M_1, sino sobre el de comparación que nos sirvió para determinar las cotas Z_1 Z_2 y Z_3 de los puntos M_1 M_2 y M_3, altura que llamaremos Z_0.

Indudablemente, si al valor de H_1 dada por la fórmula (3) en combinación con la (9) se le añade la cota del punto M_1, tendremos la cota Z_0, o sea:

$$(12) \qquad Z_0 = H_1 + Z_1 = S_1 \text{ cotang } \beta_1 + Z_1$$

y del mismo modo, si a los H_2 y H_3 dados por las mismas fórmulas, pero tomando como plano de comparación las que pasen por los puntos M_2 y M_3, se les añaden las respectivas cotas de estos puntos, tendremos nuevos valores Z_0 dados por las fórmulas

$$(13) \qquad \begin{aligned} Z_0 &= S_2 \text{ cotang } \beta_2 + Z_2 \\ Z_0 &= S_3 \text{ cotang } \beta_3 + Z_3 \end{aligned}$$

valores que han de resultar iguales entre sí y al encontrado por la fórmula (12) o diferir en una cantidad menor que el límite de la tolerancia admitida.

Repetidas todas las operaciones indicadas valiéndose de los valores encontrados para x e y de los mismos puntos M_1 M_2 y M_3, pero medidos en la placa impresionada en la estación colateral de la anterior, encontraremos los valores de X_0' Y_0' y Z_0' correspondientes a esta última estación, deduciendo de la diferencia $Z_0 - Z_0'$ si las dos estaciones están o no al mismo nivel con relación al plano de comparación.

Longitud de las bases.—Para determinar la longitud de las diferentes *bases*, o sea, de las distancias horizontales que separan los puntos de estación contiguos, se hará uso de la fórmula

$$(14) \qquad B = \sqrt{(X_0'' - X_0')^2 + (Y_0'' - Y_0')^2}$$

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

en la cual representan

X_0'' Y_0'' las coordenadas del segundo punto, y
X_0' Y_0' las ídem del primer íd.

fórmula análoga a la (4), que daba la distancia horizontal existente entre un punto cualquiera de la placa y la vertical del punto de estación.

Orientación de los clichés.—Como los clichés se han obtenido sin otra condición que la de ser horizontales las caras impresionadas, resultará que nunca serán paralelos los ejes marcados en ellos; y como para medir los paralajes es preciso que la línea que en cada cliché una la imagen de un punto con el centro de la placa, sea paralela a la que en el plano una la proyección de éste con el punto que dió lugar a la imagen, es preciso deducir el ángulo que ha de girar uno de los ejes de cada placa para que las imágenes de todos los puntos cumplan con aquella condición, a cuya operación se le da el nombre de *orientar los clichés*. Para orientar los clichés, se emplea, primero, el que se tomó a la izquierda de la base, mirando generalmente al Norte, representado por B_1 en la figura (4); se toma en ella la imagen de un punto M'_1, común a esta placa y a la impresionada, en el otro extremo de la base, representada por B_2, y por medio de las coordenadas x e y medidas en ella, se deducirá el ángulo α_1; valiéndose de la fórmula (1) y, al propio tiempo, por medio de la fórmula (5), se deducirá el azimute ω_1 de la dirección $O_1M'_1$ y el W_1, que, a su vez, tiene la dirección de la base O_1O_2, lo cual es posible, porque ya conocemos las coordenadas rectangulares del punto M'_1 y las de los dos puntos de estación O_1 y O_2.

Estos valores, substituídos en la fórmula

$$(15) \qquad \gamma = \omega_1 + \alpha_1 - W_1$$

nos dará el valor del ángulo , que se ha de hacer girar el eje de las XX de la placa para que quede orientada.

Para orientar la placa tomada desde el punto O_2 se empleará la misma fórmula, substituyendo en ella los nuevos valores α_2 y ω_2 y observando que el ángulo W_2 es igual a $180^\circ + W_1$.

Repetidas las mismas operaciones con los otros dos puntos de la triangulación M_2' y M_3' que deben estar fotografiados en ambas placas, deberán encontrarse dos valores iguales entre sí y al anteriormente hallado, o que se diferencien en una cantidad menor de la tolerancia admitida.

En realidad, basta con orientar la placa de la izquierda y hacer gi-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

rar la de la derecha alrededor de su centro hasta que aparezca el relieve del terreno a través del estereocomparador, puesto que, cuando esto suceda, la segunda placa resulta orientada.

Determinación de las coordenadas de los puntos del terreno. Puede suceder que las dos fotografías tomadas en los extremos de una misma base lo hayan sido a la misma o a distinta altura sobre el terreno; aunque el primer caso será el menos frecuente, como es el más sencillo, y de él se deducen las fórmulas necesarias, empezaremos por él.

Estación a la misma altura.—Sean B y B_1 dos clichés tomados desde los extremos de la base OO_1 que supondremos horizontal, por estar las dos estaciones a una misma altura con relación al plano horizontal, que pasa por un mismo punto M del terreno. Las imágenes de este punto vendrán representadas en ambos clichés en m y m_1 (fig. 5); si llamamos x e y a las coordenadas de la imagen m medidas en el cliché B y x_1 y_1, las de la imagen m_1, medidas en el cliché B_1, medidas todas ellas, tomando como ejes las dos líneas que sirvieron para determinar el centro de la placa, y representando por X e Y las mismas coordenadas rectangulares del punto M del terreno referidas a los ejes que sirvieran para orientar la triangulación, o unas paralelas a ellos que pasen por el punto de estación O, la comparación de los triángulos semejantes ORP y OAp nos dará:

$$\frac{OR}{RP} = \frac{OA}{AP} \quad \text{o sea} \quad \frac{H}{X} = \frac{f}{x}$$

de la cual resulta

$$(16) \qquad X = \frac{H}{f} x$$

Del mismo modo la comparación de los triángulos ORM' y OAm' nos dará:

$$(17) \qquad Y = \frac{H}{f} y$$

Si por el punto P levantamos la recta PP' perpenticular a la OO_1 que une los dos puntos de estación y la cual será paralela a la OA, la semejanza de los triángulos OP'P y OAp por una parte, y por la otra la de los dos $O_1P'P$ y $O_1A_1p_1$ nos conducirá a establecer las igualdades siguientes:

$$OP' = \frac{H}{f} x \quad \text{y} \quad O_1P' = \frac{H}{f} x_1$$

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

y como

$$OP' + O_1P' = OO_1 = B$$

tendremos:

$$OP' + O_1P' = \frac{H}{f}(x + x_1) = B$$

Como la suma $x + x_1$ goza de la propiedad de ser proporcional a la tangente trigonométrica del ángulo OPO_1, que es aquel bajo el que se ve la distancia OO_1 observada desde el punto P, ha recibido el nombre de *paralaje*, soliéndose representar por π, bajo cuya notación la igualdad anterior se transforma en la siguiente:

$$(18) \qquad B = \frac{H}{f}\pi$$

que es la fórmula fundamental de la *Estereofotogrametría*.

Sacando de la igualdad anterior el valor de $\frac{H}{f}$ y substituyéndolo en las fórmulas (16) y (17) tendremos las siguientes:

$$(19) \quad X = \frac{B}{\pi}x \qquad y \qquad (20) \quad Y = \frac{B}{\pi}y$$

y teniendo en cuenta que la distancia H que hay entre el punto M del terreno y la línea OO_1 representa la coordenada Z de este punto referida al plano YOX, podremos escribir:

$$(21) \qquad Z = \frac{B}{\pi}f$$

La fórmula (18) nos dará el valor de B conocidas que sean H y π, puesto que f es constante, o el valor de H si conociéramos los de B y π

En el primer caso, el valor de B servirá para comprobar el asignado a la longitud de la base OO_1 repitiendo la operación con los datos que suministran los otros dos puntos de la triangulación, tomando el promedio de todos ellos si se diferencian en una cantidad menor que la tolerancia.

Con el valor de B substituído en las fórmulas (19), (20) y (21), junto con los valores x y y π, obtendremos los de X, Y y Z que buscamos.

ESTACIONES SITUADAS A DIFERENTES ALTURAS.—Sean O y O_1 las

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

dos estaciones separadas por una diferencia de nivel $O_1Q = h$ (fig. 6), y supongamos, como anteriormente, que las imágenes del punto M del terreno están situadas en m y m_1 en las dos placas, siendo $Am = x$ y $A_1m_1 = x_1$; tracemos por la estación O la recta Om'_1, paralela a la O_1M, con lo cual la longitud Am'_1 será igual a la A_1m_1.

Si por el punto O se traza la recta OS, paralela al plano de las dos fotografías, se formarán los dos triángulos mOm'_1 y OMS, que serán semejantes y nos darán la relación

$$\frac{m_1' m}{f} = \frac{OS}{P'M}$$

y como se tiene

$$m'_1m = m'_1 A + Am = x_1 + x = \pi \qquad y \qquad P'M = H$$

se convierte en

$$\frac{\pi}{f} = \frac{OS}{H} \qquad y \qquad OS = \frac{H}{f}\pi$$

y llamando B' a la base OS, que variará por cada punto, tendremos la fórmula

$$(22) \qquad B' = \frac{H}{f}\pi$$

que substituye a la (18) obtenida en el caso anterior.

Como para determinar al valor de B' es preciso conocer el de H, que es la altura de la estación O sobre el punto M, nos valdremos de las fórmulas (3) y (9), con el cual deduciremos el de B', que substituido en lugar del B en las fórmulas (19), (20) y (21), nos dará los valores de X, Y y Z de cada punto.

Si conociéramos el valor de la longitud y posición de la base $B = OO_1$, el valor de la longitud de la base B' se deduciría viendo que $OS = OQ + QS$, y $OQ = OO_1 \cos \gamma$ y además, que la semejanza de los triángulos O_1QS y $O_1m_1A_1$ dan

$$\frac{QS}{QO_1} = \frac{m_1 A_1}{f} \qquad o \qquad \frac{QS}{h} = \frac{x_1}{f}$$

y por lo tanto

$$QS = \frac{h}{f} x_1$$

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

con cuyos valores, la primera fórmula se convierte en

$$(23) \qquad B' = B \cos \gamma + \frac{h}{f} x_1$$

que contiene sólo cantidades conocidas.

MODO DE OPERAR

Trabajos de campo.—Se empezará por establecer, sobre toda la extensión del terreno que se trata de levantar, una red de triángulos cuyos vértices se marcarán por medio de señales que resulten bien visibles en las placas impresionadas. Esta red deberá cumplir con todas las condiciones impuestas a las redes topográficas, respecto a la situación de los vértices y forma de los triángulos. En éstos, la longitud de los lados se reducirá a un máximo de 600 metros cuando la altura del aparato sobre el suelo sea de 900 metros, elevándose aquella longitud hasta 1.500 cuando esta altura alcance los 2.000 metros.

Una vez establecida la red, se hará estación en cada vértice para tomar los datos necesarios para fijarlos, tal como se practica en todas las triangulaciones; motivo por el cual no detallaremos estas operaciones. Acto seguido se escogerán los puntos en que aproximadamente se ha de hacer la impresión de los clichés, sin sujetarlos a otra condición que la de que cada prueba contenga la imagen de tres vértices que también aparezcan en la contigua por ambos lados, y cuya situación aproximada se marcará en el plano de la triangulación para que sirva de norma al efectuar las diferentes exposiciones, ya sea elevando el aparato por medio de globos o cometas, ya sacando las fotografías desde un dirigible mientras hace su recorrido muy aproximado al perímetro del polígono formado, uniendo los diferentes puntos de estación y deteniéndose unos instantes sobre éstas.

Antes de elevar el aparato para sacar las fotografías, se comprobará la horizontalidad de la placa fotográfica, viendo si la suspensión, niveles, etcétera, funcionan con la debida precisión.

Terminadas las exposiciones, se cambiarán las placas por otras, anotando en un registro las letras que indiquen las diferentes estaciones, con los números de las placas en ellas impresionadas, anotando además las condiciones de luz, hora en que se impresionaron, etcétera.

Al hablar de nuestras experiencias, daremos algunos detalles interesantes sobre estos trabajos de campo y los medios más prácticos para realizarlos.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Trabajos de gabinete.—La primera operación de los trabajos de gabinete consiste en el marcado y revelado de las placas impresionadas.

Las placas deben revelarse por el mismo orden con que se impresionaron, con objeto de evitar confusiones.

Tan pronto como se saque una placa del "châssis", se le grabará, con un estilete muy fino, un número de orden, que ha de ser el mismo que figure en el registro de campo.

Para el revelado de las placas, no pueden darse reglas fijas, ya que cada fabricante, para cada clase de placa, preconiza un revelador especial, que no siempre suele ser el de mejores resultados; sólo diremos que conviene emplear reveladores lentos que permitan sacar a las placas el mayor número posible de detalles, aun en aquellas que por ser de exposición rápida están formadas por una capa de gelatina de grano grueso; prescindiendo siempre que sea posible de exposiciones cortas, incompatibles algunas veces con la luminosidad de los objetivos y el color poco actínico de algunos de los objetos fotografiados.

De cada cliché negativo se sacará una diapositiva en placa apropiada muy lenta, en la cual quedará grabado el número de orden que se dió al cliché negativo, al que se añadirá con tinta china la letra inicial de la estación, las de la base de que ésta forma parte y cuantas indicaciones se crean precisas para que durante las operaciones sucesivas no haya necesidad de consultar continuamente los registros de campo.

En las positivas se trazarán los ejes que han de determinar la proyección sobre ellas del centro óptico del objetivo que ha de coincidir con la del centro de estación, ya que la placa, al impresionarse, ha de ocupar una posición rigurosamente horizontal.

Para trazar estos ejes, bastará unir el vértice del ángulo entrante que forman las marcas que quedan en los extremos opuestos de cada placa por medio de una línea fina de tinta china o simplemente rasgando la capa de gelatina con un estilete muy fino.

Las diapositivas se van colocando en el estereocomparador, a la izquierda y a la derecha del operador, según fuesen tomadas a la izquierda o a la derecha de la base mirando al frente de ésta.

En el cliché de la izquierda se miden las coordenadas x e y de las imágenes de los vértices de la triangulación que comprende, tomando como origen el cruce de los ejes trazados en ellas, con los cuales, por medio de la fórmula (1), se obtendrá el valor de α_1 y sus análogas α_2, etcétera (fig. 3), y los de m_1 m_2, etcétera, que aparecen en la figura 2, restando aquéllas convenientemente valores que son precisos para calcular los de tang R_1 y S_1^2 por medio de las fórmulas (8) y (9).

Como de la triangulación se habrán deducido las longitudes de los lados a_1 y a_2, y las coordenadas rectangulares X_1, X_2, X_3 e Y_1, Y_2, Y_3

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

de los tres vértices, se podrán obtener las coordenadas X_0 e Y_0 de la proyección sobre el terreno del punto de estación O y sus distancias S_2 y S_3 a los vértices M_2 y M_3 empleando las fórmulas (10) y (11).

Con los mismos valores de x e y, medidos en la placa, y el de f (distancia focal), la fórmula (2) nos dará el valor de tang β (fig. 1), y la (3) el de H, el cual, substituído en las fórmulas (12) y (13) bajo las formas de S_1 cotang β_1, S_2 cotang β_2, S_3 cotang β_3, junto con las cotas Z_1, Z_2 y Z_3 de los vértices M_1, M_2 y M_3 del terreno (referidas al plano de comparación), nos darán tres valores para la cota Z_0 del punto de observación referida al mismo plano de comparación.

Repetidas las operaciones anteriores valiéndose de las medidas tomadas, en la placa colocada a la derecha del estereocomparador, de las imágenes de los mismos vértices M_1, M_2 y M_3, determinaremos la situación de la proyección del segundo punto de estación y su cota Z'_0.

Si los valores de Z_0 y Z'_0 resultan iguales, será señal de que las estaciones estuvieron a la misma altura, empleándose la fórmula (14) para determinar la longitud de la base B; pero si aquellos valores fuesen desiguales, el valor de la base B', que ha de servir para calcular la situación de los demás puntos, se obtendrá por la fórmula (22); y en el caso, poco probable, de conocer la verdadera distancia B entre las estaciones, por la fórmula (23).

Conocidos los valores de B o B', de H y de f, para obtener los de x, y y de la paralaje π, es preciso orientar las dos placas colocadas en el estereocomparador, con objeto de que aquellas longitudes estén referidas al sistema de ejes coordenados adoptado para dibujar el plano.

Se empezará por orientar la placa de la izquierda, haciéndola girar alrededor de su centro un espacio angular γ, dado por la fórmula (15), pasando después a hacer lo propio con la placa de la derecha, empleando la misma fórmula.

En realidad, sólo debiera orientarse, por el valor angular, la placa de la izquierda, haciendo girar la de la derecha hasta que, mirando las dos placas con el estereomicroscopio, se vea claramente el relieve del terreno.

Con las placas orientadas, se irán midiendo las coordenadas x e y de cada uno de los puntos notables del terreno, en la placa de la izquierda, y su paralaje π, con cuyos valores y el de la base B, si las estaciones estuvieran a la misma altura, o, en caso contrario, con el de la base ficticia B', valiéndose de las fórmulas (19), (20) y (21), hallaremos las coordenadas X, Y y Z necesarias para dibujar el plano.

A medida que se vayan haciendo las mediciones, se irán apuntando en un registro junto con los resultados obtenidos; y para buscar con facilidad los puntos, se les designará con la letra que dé a conocer el

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

punto de estación de la izquierda, pero minúscula, seguida de un número de orden.

Se comprende desde luego que ha de ponerse gran cuidado en la elección de los puntos, puesto que de ello depende la bondad del trabajo en relación con una marcha que sea práctica, porque un exceso de puntos fatiga al operador y complica el dibujo, sin que gane nada la exactitud del plano, y, en cambio, un pequeño número de puntos deja indeterminada la forma de los accidentes del terreno, induciendo a errores; lo mejor es atenerse a un justo término medio, que sólo puede dar la práctica, que es, en esto, como en todo, la que ha de dictar las reglas.

Sin embargo, y para guiar al principiante en esta clase de trabajos, nos permitiremos aconsejar: que se deben ir siguiendo con la vista los caminos, carreteras y vías férreas, para dejarlos bien determinados, lo mismo que las corrientes de agua, con el emplazamiento de los puentes y la situación de las edificaciones, por medio de todos los ángulos que se vean, cruces de campo, caseríos, rocas y puntos notables que jalonen o dibujen fincas, cultivos o términos; en segundo lugar, deberá atenderse a dejar bien determinado el relieve del terreno, recorriendo toda la línea de la cresta; después, la de la base, y trazando, entre las dos líneas, perfiles en los sitios más propios para el objeto, como son las vaguadas, y los salientes o lomos que presente el terreno.

PARTE PRACTICA

Experiencias realizadas y consecuencias a deducir.

DESCRIPCIÓN DE LOS APARATOS EMPLEADOS EN DICHAS EXPERIENCIAS. Ya hemos visto al principio de este trabajo el tiempo que medió entre la primera idea y la realización práctica de las teorías que acabamos de exponer. Dado ese período larguísimo, nadie se explicará lo precario de los medios empleados en ella (únicamente explicable por premura de tiempo), y, por tanto, las escasas consecuencias que del experimento pudieron deducirse. Sirva de explicación, en primer lugar, la escasez del crédito que se solicitó y el corto espacio que medió entre su concesión, antes de la cual no podía intentarse ningún gasto, y la realización de los experimentos.

El aparato elevador fué un globo-cometa de 150 m.^{3}, cuya descripción omitimos por ser en conjunto y detalles casi iguales a los ordinarios empleados para observaciones militares, de sobra conocidos. Por su escasa fuerza ascensional, no podía elevarse a la altura calculada

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

como necesaria de 1.000 metros próximamente, y hubo que resignarse a esta restricción aun después de sacrificar la barquilla con su observador, que hubieran ahorrado mucho tiempo, haciendo innecesario el descenso para cada cambio de estación y de placa. Por dificultades de servicio, no podía disponerse en el momento de otro aparato elevador más apropiado, aun tenida en cuenta toda la buena voluntad y el entusiasmo con que los Jefes y Oficiales del servicio aerostático de Guadalajara quisieron contribuir desde el primer momento al éxito de las experiencias.

(Fig. 7.) Pero esta fué casi la menor dificultad con que se tropezó durante su ejecución. El aparato de suspensión de la cámara B estaba constituído por un marco de madera A, ajustado a sus dimensiones, y que la recibía en su hueco con el objetivo hacia abajo. De los lados menores de este marco parten los dos trozos de eje C, que formaban como un diámetro del círculo E de pletina de hierro, libre para girar sobre ellos, y que, en sentido perpendicular, llevaba los extremos del eje D sobre los que giraba el semicírculo F, también de pletina, sobre el que estaba el gancho G, que servía para colgar todo el aparato de los cordajes del globo. Constituída de este modo la suspensión a la Kardan, la cámara podía, dentro de su marco, oscilar en todas direcciones y llegar en un momento determinado a la horizontalidad de su placa sensible. En este momento, se efectuaba el disparo del obturador por el mecanismo siguiente:

En los lados 1 y 2 del marco iban montados unos niveles de mercurio constituídos por dos vasos de cristal 3 en comunicación por su parte inferior por un tubo de latón. De este modo, el mercurio en ellos contenido determinaba una superficie de nivel que, cuando el tubo era horizontal, establecía el conctacto con dos tornillos que, atravesando las tapas metálicas de los vasos por medio de tapones aisladores de ebonita, se graduaban hasta que sus puntas tocaran dicha superficie metálica horizontal. Para esto, el marco llevaba en sus otros dos lados contrapesos regulables sobre tornillos que servían a establecer aquella horizontalidad.

Un hilo conductor de una corriente eléctrica se unía al tornillo *t*, y de éste al del vaso más próximo del nivel de mercurio N; el del otro vaso se unía por otro hilo al más próximo del nivel N', de cuyo segundo tornillo partía el conductor de unión con uno de los extremos del electroimán *e*. El otro extremo del mismo se unía al tornillo *t'*, y de éste partía el conductor de vuelta de la corriente, cuyo circuito se cerraba de este modo, y por intermedio de un galvanómetro, sobre tierra.

En estas condiciones, elevando el aparato a la altura conveniente,

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

se cerraba el circuito por medio de un interruptor; y cuando, después de varias oscilaciones, llegaba a ponerse horizontal la superficie de la placa, los dos niveles establecían el contacto con las puntas de los cuatro tornillos, dando así paso a la corriente, que, actuando en el electroimán, atraía su armadura, que accionaba por medio de una palanquita el mecanismo de disparo del obturador de la cámara fotográfica.

Este aparato, defectuosamente construído, adolecía de innumerables defectos: unos, esenciales, y otros, de detalle, que fué necesario ir salvando a medida que su uso los iba descubriendo. En primer lugar, el aire confinado en los vasos de los niveles de mercurio impedía la libre oscilación de la superficie de éste, y, por otra parte, al abrir un orificio en sus tapas, el mercurio se derramaba con las oscilaciones bruscas del aparato y no se establecía ya el contacto al llegar a la horizontalidad con las puntas de los cuatro tornillos. Hubo que proveer a dichos orificios de tubos metálicos verticales a modo de chimeneas unidos en su parte superior por medio de tubos de caucho que vertían en un vaso el mercurio que pudiera escapar del otro que con él comunicaba. Además, la superficie del mercurio, en contacto con el aire, se oxidaba rápidamente, sin d[illegible] a causa de su poca pureza, y el contacto eléctrico se hacía cada vez más precario, acabando por no establecerse más que cuando los tornillos se hundían mucho en el mercurio. Se evitó la oxidación y aun la chispa que falseaba el contacto en el momento de establecerse, cubriendo la superficie del mercurio con una ligera capa de glicerina.

Pero el aparato de suspensión así constituído por sus grandes rozamientos y lo elevado de su centro de gravedad en relación a sus ejes de giro, no permitía la libre oscilación de la cámara, a la que casi comunicaba en toda su amplitud sus movimientos; y de este modo, se tardaba mucho tiempo en conseguir la horizontalidad casi casual de la placa y el paso de la corriente de disparo, manifestada en tierra por la oscilación de la aguja del galvanómetro. Para salvar este inconveniente, fué suficiente añadir al aparato un armazón, formado de cuatro varillas unidas por un extremo a los cuatro lados del marco, y por el otro, libre a un aro metálico colocado por debajo de la cámara y de un diámetro suficiente para que pasaran los rayos luminosos con la máxima abertura determinada por el objetivo. Y no actuando ya con eficacia los contrapesos graduables que establecían la horizontalidad de la placa, fué preciso añadir a los extremos de las varillas unas bolsitas con perdigones que restablecieran el perdido equilibrio (fig. 8).

Por otra parte, el electroimán y su armadura, que accionaban el mecanismo de disparo del obturador, estaba tan mal montado, que, si bien puesto el aparato sobre la mesa del laboratorio, como, sin duda,

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

lo ensayó el constructor, se obtenía el resultado apetecido con sólo dos elementos de pila, en cuanto hicimos el experimento en condiciones parecidas a la realidad, es decir, con el aparato suspendido, el mal ajuste descompuso el circuito magnético, de tal modo, que no bastaba, para que la armadura fuese atraída por el electroimán, la corriente de una pila de 30 elementos Leclanché. Fué preciso montar otras bobinas que dieran al electroimán mayor fuerza atrayente y utilizar una magneto de baja tensión y gran intensidad, y aun hacer que el espacio entre los núcleos y la armadura fuese regulable para poder poner la fuerza de atracción en relación con la resistencia del cable que se emplease.

Todas estas y otras muchas pequeñas dificultades en la maniobra del globo, del que pendía un aparato delicado, expuesto a bruscas sacudidas, y un conductor eléctrico que, para que no se rompiera por su propio peso, era necesario atar al cable de retenida de 100 en 100 metros, entorpecieron el trabajo, de tal modo, que, en toda una mañana, tan sólo se podían obtener un par de clichés, y algunos días, sólo uno o ninguno.

En estas circunstancias, se obtuvieron seis clichés buenos, con alturas variables alrededor de 400 m. En uno se llegó a los 500 m. de altura, y en otro, sólo pudo alcanzarse la de 250 m., a pesar de que cada día se recargaba el globo con hidrógeno puro. Con estos clichés, nos dimos por satisfechos, porque bastaban para el desarrollo de nuestro plan, y sobre ellos se operó en el gabinete.

El aparato fotográfico empleado fué una cámara "Nettel" de 10 × 15 cm., con objetivo "Meyer" de 185 mm. de distancia focal.

Experiencias con el estereocomparador.—De inmensa utilidad nos fueron estas experiencias, en las que nos guió la experta mano del Ingeniero-geógrafo D. José María Torroja, a pesar del escaso rendimiento que de ellas pudimos obtener. Pero nos marcaron claramente el camino a seguir, y nos revelaron los magníficos resultados que son de esperar, y en los que siempre tuvimos absoluta y razonada confianza.

En primer lugar, estando construído el mencionado aparato para recibir en él placas impresionadas verticalmente y paralelas entre sí, la desviación que ha de sufrir la placa de la derecha para orientarla con la de la izquierda, es pequeñísima, y sólo dependiente de la falta de paralelismo entre los ejes coordenados y los bordes de las placas. Pero en las obtenidas por el procedimiento que estudiamos, no sucede así. Los ejes coordenados de las dos que se han de colocar en el estereocomparador formaban, al impresionarse, un ángulo cualquiera entre sí, y es necesario reproducir exactamente este ángulo, generalmente grande, para obtener la debida orientación.

Esto entraña una gran modificación, aunque no tan esencial que

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

cambie ninguno de sus fundamentos, en el aparato de que tratamos, y nos impidió hacer de él el uso que hubiéramos deseado, pero no el poder observar que la visión estereoscópica de dicho aparato acusaba el relieve del terreno tan bien como en las placas impresionadas verticalmente. Y si en éstas se obtiene con toda exactitud la coordenada *y*, que marca la distancia a que están los distintos términos de la fotografía, ¿cómo puede dudarse de que en las horizontales pueda medirse tan exactamente la *z* de los distintos puntos, que la substituye? Y si ésta era casi la única duda que ofrecía el uso de aquel aparato, ¿qué esperanzas no podremos fundar en él después de la experiencia realizada?

Pero comoquiera que, como hemos dicho, el estereocomparador sobre que se estudiaba no se prestaba a admitir las placas obtenidas desde lo alto por la citada dificultad de orientación, y como, por otra parte, ignorábamos nosotros la distancia que separaba, horizontal y verticalmente, los centros de cada par de placas, datos necesarios para determinar la paralaje de cada uno de los puntos fotografiados y obtener sus distancias respectivas al objetivo que los fotografió, ni era posible por el momento obtenerlas, por ser consecuencia de los trabajos de gabinete de laboriosa ejecución, se desistió de seguir por entonces por ese camino, limitando nuestra acción a conseguir sólo la planimetría hasta poder efectuar nuevas experiencias.

Otra observación pudimos deducir de nuestro breve ensayo del aparato referente a los clichés impresionados. Colocadas en el estereocomparador las diapositivas correspondientes a unos clichés obtenidos con un fototaquímetro de placa vertical, vimos con sorpresa que, a pesar del minucioso detalle de aquéllas y de su esmerada ejecución, el relieve del terreno sólo se acusaba de un modo confuso, sin que nada explicara esta anormalidad. Nuestro amigo y maestro el Sr. Torroja nos dió la explicación, que no puede ser más sencilla. Estas diapositivas se obtuvieron en tonos siena y azul indistintamente, sin duda, con el objeto de mejorar su aspecto artístico, empleando placas especiales de revelado muy lento, y siendo el color obtenido función del tiempo empleado en esta operación. Y esto, que les daba mayor belleza a los clichés, quitándoles la monotonía y dureza del tono negro natural, era la única causa del fenómeno de que tratamos: era el mismo efecto que se obtendría mirando al terreno con un cristal siena y otro azul, pero aumentado por la menor claridad de los objetos y del sistema óptico.

De aquí, el consejo de que en el revelado de las placas se atienda, más que al aspecto artístico, a conseguir la mayor claridad y el mayor detalle posibles, y, sobre todo, la perfecta uniformidad de tono entre las placas que se han de colocar simultáneamente en el estereocomparador. Y de aquí también el otro que dimos ya, de que pasado el pe-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

ríodo de aprendizaje durante el cual ha de operarse sobre diapositivas, para mayor facilidad en encontrar los puntos del terreno y en evitación de errores, se empleen sólo las negativas, lo cual, además de ahorrar tiempo, trabajo y dinero, da la garantía de no perderse ningún detalle en la reproducción.

Señales empleadas para marcar los vértices. — A pesar de las fuertes oscilaciones a que estaba sometido el aparato suspendido del globo, desde el principio nos dimos cuenta de que bastaba una exposición de 1/180 de segundo y un diafragma *f*/25 para que las fotografías obtenidas tuviesen todas las cualidades de claridad y detalle apetecibles. En estas placas, sólo aparecen claramente una clase de señales, marcando los vértices de la triangulación preliminar, a pesar de haberse empleado tres distintas.

Previendo ya que las banderolas que se usan de ordinario en las operaciones topográficas no serían visibles en la fotografía tomada desde alturas, ensayamos otros dos sistemas de señales. Eran las primeras unos globos de cristal azogado interiormente, de diferentes tamaños, que, al reflejar el sol en un punto, marcaran bien en la placa el vértice en que estaban colocados. Las otras eran unas cruces formadas por dos tiras de tela blanca, de 3 metros de longitud y 0,45 m. de ancho, el centro de cuyo cruce correspondía a la cabeza del piquete que marcaba el vértice.

Pues bien: ni las banderolas, ni los globos azogados, se perciben en el cliché. En cambio, las señales hechas con cruces de tela aparecen como crucecitas de 2 mm. de lado perfectamente recortadas sobre el terreno, y que permiten determinar su centro. Aunque las placas se impresionaron a una altura máxima de 494 metros, por lo marcadas que resultan las señales, no es aventurado creer que también aparecerían bien visibles si la cámara se hubiese elevado a una altura doble de la anterior; por lo cual no dudamos en recomendarlas, limitándose todo a aumentar algo su tamaño en caso necesario.

Trabajos de gabinete.—A la vista tenemos, al escribir estos apuntes, la Memoria que, como consecuencia de nuestras experiencias, elevó a la Superioridad el malogrado Coronel Vallhonrat, autor de la teoría base del sistema; y si no nos detuviera el temor de dar a este trabajo una extensión y una aridez incompatibles con nuestro objeto, no dudaríamos en copiar párrafos enteros, cálculos y tablas, interesantes todos ellos. Pero resistimos a la tentación para no alargar demasiado esta serie interminable de cuartillas, y ofrecemos aquí sólo las observaciones más importantes.

Ante todo, debemos hacer constar que, de las fórmulas propuestas anteriormente, las que dan los valores de tang R_1 y S_1^2, no son de fá-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

cil aplicación, y están expuestas a errores, por cuyo motivo su propio autor opina que deben desecharse, tendiendo siempre a simplificar las operaciones analíticas. Las otras fórmulas resultan prácticas y aceptables.

Puestos en el terreno de las simplificaciones, adoptamos un procedimiento gráfico en aquella ocasión; y aunque falta la sanción práctica en terrenos montañosos, en los llanos podemos afirmar que es suficientemente exacto y muy expedito. Este procedimiento gráfico para fijar en el plano la proyección del centro óptico del objetivo de la cámara, no difiere del conocido con el nombre vulgar de "problema de la carta", que no describiremos.

Claro está que si tuvieran que marcarse los ángulos con el transportador, como lo corriente es que estos instrumentos aprecien sólo medios grados, se cometería un error inadmisible en la fijación del vértice; pero como en el caso que consideramos, en lugar de marcar los ángulos, marcamos los vértices fotografiados en la placa por medio de sus coordenadas rectangulares medidas en esta placa con una apreciación que no baja de 0,02 de milímetro, el error se limita mucho y se hace casi inapreciable, si aquellas coordenadas se multiplican por un factor de ampliación que puede ser 5 ó 10. Nosotros adoptamos el coeficiente 10, y marcamos los vértices por medio del coordenatógrafo, que, en escala 1/500, aprecia cinco centésimas de milímetro, con lo cual no cometemos ningún error.

En el caso de no caber en el papel alguno de los puntos, lo cual sólo sucede cuando se toman los puntos extremos de la placa que podrán estar separados por un valor de $x = 140$ mm. y de $y = 90$ mm., los cuales exigen hojas de papel de 140 × 90 cm., excesivamente grandes, entonces es cuando se adopta un coeficiente de ampliación menor de 10.

A pesar de estas razones y de habernos dado buen resultado en la práctica este procedimiento gráfico, el general Peralta, en el interesante informe que hizo de nuestros trabajos, desconfiando de la excesiva exactitud de las medidas de los aparatos antes citados (estereocomparador y coordenatógrafo), apunta la idea de que, para fijar lo más aproximadamente posible la proyección sobre el terreno de los puntos de estación aérea, se adicione a la cámara fotográfica un mecanismo que, al efectuar el disparo del obturador, dejase caer una plomada que llevase un artificio fumígeno, para ver su trayectoria en el aire y encontrar su punto de caída.

Medida de rectas homólogas.—La fijación en el plano de la proyección del centro de la placa fotográfica tiene solamente importancia cuando se trata de obtener el relieve por el método estéreofotogramétrico. Mas como ya hemos dicho que nosotros no pudimos hacer uso

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

del aparato estereocomparador sino para medir las coordenadas de los puntos de las placas, tuvimos que valernos de otras fórmulas y otros cálculos que tenían por base la medición de la longitud en la placa de varias rectas homólogas de otras del terreno cuya longitud era conocida. Para esto hicimos uso de la sencilla fórmula:

$$M = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

Si se prefiriese emplear las distancias de cada punto al centro de la placa que sirvió de origen para medir las coordenadas, entonces es preciso averiguar la longitud que sus homólogas tienen en el plano.

Coeficiente de ampliación de la placa.—Una vez que sean conocidas las longitudes en la placa y en el terreno, y adoptada la escala del plano, ha de procederse a determinar la relación que entre ellas exista; y como se encontrarán varios valores, debe tomarse el promedio de ellos.

De este modo, cuando las longitudes medidas sobre el terreno, reducidas a la escala del plano, sean iguales a sus homólogas de la placa, no habrá necesidad de ampliar estas últimas, y a partir de la escala que esto representa, las imágenes fotografiadas deberán reducirse para acomodarlas a la escala del plano, lo cual parece suponer que será ventajoso emplear máquinas de gran tamaño; pero si se tiene en cuenta que los objetivos que las producen aumentan la longitud de su foco en la misma proporción que aumenta la de la imagen, el campo abrazado es el mismo, y poco se ganaría en rapidez de trabajo, por más de que se ganaría, indudablemente, en exactitud, tanto por obtener la medida de las coordenadas de los puntos con una mayor apreciación, como por aumentar la precisión de los detalles al reducirse de tamaño.

A pesar de estas ventajas, como la precisión que se obtiene es la suficiente, con el tamaño usado por nosotros (10 × 15 centímetros) no creemos que debe aumentarse a expensas de tener un material pesado y difícil de manejar.

Como la práctica indica que las ampliaciones, en la proporción que las necesitamos, no pierden el detalle necesario, no hay necesidad de aumentar el tamaño de la placa.

Cuando la escala del plano indique que la imagen se ha de reducir, creemos preferible aumentar la altura a que se haya elevado el aparato, con lo cual se aumentará el espacio abarcado por la imagen reduciendo el número de placas necesarias.

Aun cuando los errores que se cometen en la situación de los puntos al adoptar el promedio de los coeficientes de ampliación no son nada despreciables en escalas grandes, como cada uno de ellos se puede fijar

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

por medio de dos o tres fotografías, aquéllos se reducen de tal modo, que pueden llegar a ser aceptables, aun tratándose de puntos extremos de la placa.

Observamos que el error máximo se comete en los puntos extremos y de cota más diferente, porque, parte de él, es debido a la diferencia de nivel de estos puntos, como veremos en seguida.

Por este motivo, el procedimiento de ampliar las placas obtenidas sólo se podrá utilizar en terrenos horizontales, a menos que se adopten escalas inferiores a 1/5.000, siempre en relación con las diferencias de altitud que haya entre los puntos extremos de la placa, que son aquellos en que el error debido a la diferencia de nivel es mayor.

Dado el tamaño de la placa que adoptamos, el error máximo debido al desnivel es de 0,48 mt. por metro de altura en el sentido positivo desde el centro de la placa.

Este error es debido a la perspectiva del terreno; pues es sabido que todas las imágenes verticales del mismo aparecen en la imagen de la placa concurrentes al centro de ella; y, por lo tanto, cuando tengan una cierta longitud, al medir las coordenadas de las imágenes de sus extremos superiores, resulta una cantidad mayor de la que se obtendría si se tomase la imagen de los pies de ellas.

Si se supiese la magnitud de este error para cada punto, sería fácil conocer la altura del mismo sobre el plano de la cota que se haya tomado como tipo; pero como esto sólo será posible si cada punto aparece en tres o más placas diferentes, de ahí la conveniencia de cubrir materialmente el terreno con las imágenes de varias placas, con lo cual se eliminaría el citado error.

Longitud de la distancia focal principal del objetivo.—Una causa de error, tal vez la mayor de todas, es el empleo de esta longitud en algunas fórmulas, debido, por un lado, a la poca precisión con que se mide, y, por otro, a que varía con el diafragma que se emplee.

Aunque la distancia focal principal de nuestro objetivo se ha medido con alguna exactitud, impresionando dos placas de una mira de 4 metros de altura colocada a 10 metros del objetivo y midiendo su imagen, su valor sólo se ha obtenido con un error de 0,5 milímetros, que es diez veces mayor que aquel con que se obtienen las demás medidas, lo que contribuye a dar poca precisión a los cálculos en que este valor interviene.

Este es el motivo por el cual el cálculo de las alturas a que se colocó la cámara dió valores que se diferenciaban en cantidades muy apreciables.

Sin embargo, esta cuestión queda pendiente de nuevos estudios en experiencias sobre terrenos accidentados, ya que nosotros, por circuns-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

tancias especiales, no pudimos hacerlas sino sobre un terreno de muy poco relieve.

Empleo del estereocomparador para determinar la altitud de los diferentes puntos del terreno.—Los errores obtenidos al emplear las fórmulas para determinar la altitud de los puntos del terreno, necesarios para el trazado de las curvas de nivel, que, en escalas grandes, no son aceptables, nos indujo a estudiar si las fórmulas admitidas en la estereofotogrametría serían aplicables al caso presente; y habiendo resultado que las altitudes obtenidas con ellas son mucho menos erróneas siempre que se obtenga su valor por el paralaje de cada punto exacto en más de 0,02 de milímetro, tal como lo da el estereocomparador, creemos que deben seguir los ensayos empleando este último aparato, tras de la modificación de que anteriormente hablamos, y que propondremos al final, junto con las nuevas disposiciones que hemos proyectado para los aparatos diversos que se empleen.

NUEVOS APARATOS

y modificaciones de los antiguos que se proponen en la práctica.

Cometas.—Nuestro compañero y jefe, el Sr. Teniente Coronel Cué, que ha hecho un acabadísimo estudio de las cometas, después de ensayar en el polígono de Guadalajara la casi totalidad de los tipos preconizados en el Extranjero, ha adoptado uno de gran sencillez, tanto en su construcción, como en su montaje, que permite resolver el problema de elevar en el espacio pesos relativamente grandes; pues, si no recordamos mal, con la cometa de mayor tamaño que construye eleva pesos de 26 kilogramos.

No describimos este tipo de cometa por no alargar más este trabajo.

La importancia de estos modelos se debe a que, siendo desmontables, se conducen y se montan con facilidad y presteza sin la ayuda de mecánico alguno.

Aun cuando los tipos actuales están construídos con cañas de bambú, pueden, y se proyecta, hacerlos con tubos de aluminio, que, a igualdad de peso, dan más resistencia que las citadas cañas.

Como datos para el cálculo de las dimensiones de las cometas de este tipo, diremos que el Teniente Coronel Cué evalúa en un kilogramo el peso elevado por metro cuadrado de superficie proyectada sobre el plano de sustentación, y tres kilogramos, también por metro cuadra-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

do, la presión que ejerce el viento y que se traduce en tensión para el cable.

El peso que nosotros hemos de elevar es relativamente pequeño; por eso adoptamos modelos pequeños o medianos; pero aunque se tratase de elevar grandes cámaras muy pesadas o pesos aún mayores, no es necesario que las cometas excedan de la superficie máxima sustentadora de 26 m. para evitar que dejen de ser manejables, porque se pueden montar en serie todas las que hagan falta, en la forma que luego veremos, llegando a conseguir que el sistema desarrolle una fuerza de sustentación suficiente para mantener en el aire a un observador.

Otra ventaja que tiene para nuestro objeto el empleo de las cometas es la de no necesitar cable aislado para el manejo del electroimán que efectúa el disparo del obturador, puesto que lo substituyen con ventaja los cables de amarre de las dos cometas del sistema que empleamos.

El tren queda así constituido por una cometa que se eleva libremente, y una segunda que lleva amarrada a su cable, y a unos quince o veinte metros de ella una doble polea que resbala por el cable de la primera, que sirve de guía para su elevación. Esta polea lleva un gancho para colgar el aparato de suspensión de la cámara (fig. 9).

(Fig. 10.) La doble polea o carretón está constituído por una armadura metálica A que se abre por la mitad de ella a charnela B, haciéndose solidarias las dos mitades por medio de un pasador P roscado en un extremo para recibir la tuerca con orejas T. En estas dos mitades van montados y aislados de ellas por sus extremos, por intermedio de collares de ebonita los dos ejes E y E′, sobre los que giran las dos poleas, la superior R de ebonita y la inferior R′ metálica. En la parte superior de la armadura, y sobre una chapa unida rígidamente a ella, cierra a charnela otra, constituyendo una garra G con su pasador P′ roscado y tuerca de apriete con orejas T′. En la parte inferior de la misma armadura, y aislado también de ella por otro collar de ebonita, se sujeta el gancho de suspensión S con su fiador F, para evitar que una brusca sacudida pudiera desenganchar la cámara de allí suspendida.

En la garra G se aprisiona el cable de amarre de la segunda cometa que se quiere elevar sobre el cable de la primera colocado entre las dos poleas.

De este modo, una corriente eléctrica enviada desde tierra por el cable de la cometa C (fig. 9) pasa por la armadura y el hilo *h* a uno de los polos del electroimán del obturador, atravesando en su camino los niveles de mercurio del aparato de suspensión de la cámara, y saliendo por el otro polo del citado electroimán después de hacerlo ac-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

tuar vuelve por el hilo *h'* eje E', polea R' y cable de la primera cometa a cerrar sobre el generador de la corriente o sobre tierra si el otro extremo de éste está a ella unido como en la figura 9. Creemos más conveniente lo último para evitar percances con los fenómenos de electrificación de las cometas en las capas elevadas de la atmósfera, aunque, en estos casos, no se corra el peligro que con los globos.

El aparato de suspensión de la cámara se ha construido de aluminio, corrigiendo los defectos de que adolecía el primero que se usó.

Sus principales modificaciones han consistido en elevar los ejes de giro de la suspensión Cardan bastante por encima del centro de gravedad de la cámara y proveerlos de cojinetes de bolas para reducir lo más posible los rozamientos, haciendo de este modo mucho más sensible el sistema.

(Fig. 11.) Se compone del mismo marco de madera fuerte que sirvió para el primero empleado con los mismos niveles y con sólo una pequeña variación en el movimiento de la armadura del electroimán para que, no girando ésta sobre uno de sus extremos, sino desplazándose sobre guías paralelamente a sí misma, no pierda el paralelismo con la línea de las cabezas de los núcleos, no perdiéndose así en vano gran parte de la fuerza atrayente; lo que permite reducir mucho la intensidad de la corriente que se le ha de proporcionar al aparato, para que se dispare el obturador.

Del centro de los dos lados mayores del citado marco, parten dos largos montantes de chapa de aluminio con nervios de refuerzo longitudinales, y terminan en su parte superior en cojinetes de bolas que reciben las cabezas de un eje también de aluminio. Este eje atraviesa una esfera del mismo metal, cruzada en sentido perpendicular por otro eje que, con la esfera y aquél, forman un conjunto rígido. El segundo de estos ejes, de igual longitud que el primero, también aloja sus extremos en cojinetes de bolas montados sobre un semicírculo de chapa igual a la de los montantes y con su correspondiente nervio de refuerzo. En el punto más alto del arco lleva sujeto el mosquetón que ha de servir para colgarlo del gancho que pende del carretón de enlace de las cometas.

Tornos.—Estas han de ir provistas cada una de su torno para el arrollamiento del cable de tracción; y ya que no se pueda aconsejar que sean éstos movidos por motores, lo que sería muy caro, aconsejamos que tengan el mayor desarrollo posible para que su movimiento se traduzca en uno de traslación relativamente rápido de la cometa que la mantenga en el aire o retarde su caída al reducirse o anularse la intensidad del viento.

Con estos tornos no deben hacerse elevaciones sino en días de vien-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

to constante en lo posible Y no lo decimos por el peligro que pueda correr la cámara tan sólo, peligro relativo; pues nosotros hemos visto abatirse el sistema de cometas en una calma casi absoluta, con una lentitud que alejaba todo temor, funcionando los tornos a brazo. Pero téngase en cuenta la posible existencia no advertida de líneas de conducción eléctrica de alta tensión en la región donde se trabaja, y júzguese del peligro que representa el que el cable de la cometa, que puede tener más de un kilómetro de longitud, llegue a tocar una de éstas. Y en el caso de operarse sobre una población, los trastornos de un abatimiento inopinado no serían pequeños seguramente.

Añadiremos que los tornos han de llevar una uña de retenida sobre una ruedecilla dentada y que deben lastrarse por su base en el lado correspondiente, según el sentido de la tracción del cable.

Modificación necesaria del estereocomparador.—Ya hemos visto en otra parte de este trabajo que la principal, por no decir la única, dificultad que para el uso del estéreocomparador ofrecía este sistema, era la de no poderse orientar en este aparato las placas obtenidas desde lo alto, ya que la dirección de los ejes de las dos que se han de colocar simultáneamente en aquel aparato formaban, en el momento de la impresión, un ángulo cualquiera, generalmente grande, que hay que reproducir para operar con ellas, y los marcos-soportes de las mismas sólo son susceptibles de un pequeñísimo giro. Veamos cómo puede remediarse esto sin destruir los fundamentos del aparato.

Un estéreocomparador se compone, en líneas generales, de dos partes principales, que son: los soportes de las placas y el estereomicroscopio o microscopio binocular.

Los primeros consisten en dos marcos montados sobre un carretón que corre en el sentido de la mayor dimensión del aparato. Estos marcos A, sobre los que se apoyan las placas P en todo su perímetro por una estrecha zona muy próxima a los bordes, son huecos en su centro, para dejar paso a la luz que ilumina aquéllas por transparencia procedente de la reflexión de dos espejos deslustrados y colocados bajo ellos; y su montaje sobre el carretón que los soporta y arrastra se hace por intermedio de otros marcos que les sirven de guía para efectuar dos movimientos en su plano, independientes, uno, el de la izquierda, en el sentido de la longitud del carretón, y el otro, en sentido perpendicular.

Estos movimientos se completan por otro de giro alrededor del eje C, obtenido por medio del tornillo T y resorte antagonista R, y limitado en su amplitud por los mismos soportes de éstos (fig. 12).

B y D sólo son cuatro topes que sirven para fijar la posición de la

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

placa sobre el marco. Los dos B son fijos, y los D tienen un pequeño movimiento de traslación.

Pues bien: nada impide que el marco sea circular y vaya embutido en una corona soportada por el otro marco inferior a la manera que la placa de los nonius en el limbo de cualquier aparato topográfico. De este modo, el movimiento de giro sería completo y exacto además, mediante el uso de un tornillo de presión y otro de coincidencia, como se ve en la figura. En nada se modifica así el aparato si no es en sus dimensiones, ya que los marcos que soportan las coronas circulares pueden seguir siendo rectangulares en su parte inferior y susceptibles, por tanto, de conservar los antes citados movimientos de traslación.

El otro carretón portador del estereomicroscopio que ocupa una posición superior a la del portaplacas y tiene su movimiento en sentido perpendicular al mismo, no hay que modificarlo, y tan sólo el tubo que lleva en sus extremos los espejos o prismas que reflejan las imágenes hacia los objetivos del microscopio habría de alargarse algo para ajustarse a la mayor separación de los centros de las placas.

CONSECUENCIAS DEDUCIDAS DE LAS EXPERIENCIAS

Y ya sólo nos resta, para terminar este trabajo, exponer brevemente algunas consecuencias prácticas que hemos deducido de nuestras experiencias; a saber:

1.ª Que en terrenos llanos o poco accidentados, una sola vista fotográfica tomada a 500 m. de altura permite dibujar un plano con toda la exactitud deseable, si se adopta la escala de 1/25.000, aun cuando haya relieves de 10 metros. Pero si se acoplan dos o tres fotografías, la escala se puede elevar hasta 1/500 sin inconveniente alguno.

2.ª Que basta solamente que se conozca la longitud exacta sobre el terreno entre dos puntos (que estén al mismo nivel) representados en la placa, para poder deducir la escala de ampliación que debe darse a la imagen; pero que si el terreno aparece con algún relieve, convendría que en cada placa se cónociera la longitud de dos líneas que unan tres puntos por lo menos y que cada punto aparezca en dos o tres placas a la vez.

3.ª Que con la distancia focal que nosotros hemos empleado, la altura de 500 metros es la conveniente para las escalas hasta 1/3.000; pero en escalas inferiores, será preciso elevar aquella altura a 1.000 m., con lo que se aumentará mucho el terreno abarcado por el objejtivo.

4.ª Que aun cuando no es necesario determinar la situación en el plano de las proyecciones de los centros de las placas, ni su orienta-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

ción, como estas operaciones pueden hacerse gráficamente de un modo sencillo, es conveniente hacerlas.

5.ª Si se quiere aplicar a estas fotografías el procedimiento estereofotográfico, se debe procurar que las proyecciones de los centros de placas sobre el plano no disten entre sí más de 1/25 a 1/30 de la altura, que se procurará sea casi igual para todas las placas, lo cual no será difícil de conseguir si todas las de un grupo se impresionan el mismo día y a intervalos de tiempo lo más reducidos posible. Cuando se pueda disponer de una cámara con cambio automático de placas, aquella condición será más fácil de llenar.

6.ª Que en terrenos de poco relieve, convendrá prescindir de altimetría, substituyéndola por una nivelación de precisión, con lo cual se podrían obtener los planos de las poblaciones con gran rapidez y exactitud, prescindiendo de las enojosas y costosas mediciones que exige un plano de esta clase. Este es uno de los casos en que el nuevo procedimiento tiene su más ventajosa aplicación.

En terrenos de gran relieve, actualmente no habrá más remedio que acudir al procedimiento estéreofotográfico.

* * *

Estas y otras muchas consecuencias deducidas de tan corta experiencia animan, con las más halagüeñas esperanzas, a continuar el camino emprendido, estudiando nuevos aspectos, tanto del procedimiento estereofotogramétrico, como del de proyección cónica ordinaria, y a divulgar estos trabajos con el deseo de encauzar por ellos nuevas actividades que contribuyan a su completo éxito, ya que debe ser aspiración de particulares y Empresas el obtener rápida, exacta y económicamente buenos planos en que fundamentar sus negocios, tanto agrícolas como industriales.

Para ello, y para honrar la memoria del malogrado Coronel Vallhonrat, realizador del sistema, hemos escrito estas cuartillas, y por vuestra atención al escuchar su lectura os damos las gracias."

Se acordó, referente al anterior trabajo, que las consecuencias que el Sr. Sancho deduce de sus experiencias figuren entre las conclusiones aprobadas en la sesión.

A continuación, el Sr. BARRON leyó su Memoria, que dice así:

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

"LA LOCOMOCION AEREA Y SU ORGANIZACION EN LO FUTURO

Por D. EDUARDO BARRÓN, *Capitán de Ingenieros.*

Importancia de la locomoción aérea.

Uno de los más importantes problemas de la Ingeniería, quizá el más importante en la actualidad, es el de la locomoción aérea, que, de ser un sueño que atormentó siempre a la inteligencia humana, ha pasado a ser una realidad; y nosotros mismos, los que hace bien pocos años, aunque considerándolo realizable en nuestra imaginación, mirábamos con envidia el vuelo de los pájaros, hemos visto plasmarse nuestras quiméricas visiones en una forma que, aunque imperfecta, nos asegura en el aire el punto de apoyo que pedía Arquimedes, y veremos rápidamente entrar en la órbita de las aplicaciones prácticas el nuevo medio de locomoción, que, al conquistar para el hombre el elemento más rebelde, revolucionará todo, quizá hasta la constitución de la Sociedad.

Ya no es posible volver atrás. La lucha ha sido y será dura. Habrá detenciones y rectificaciones, pero en cada una de ellas se ganará un paso. Los que hemos luchado desde el principio se puede decir que hemos tratado hasta ahora únicamente de asegurar el dominio de la *resistencia del aire,* base fundamental del vuelo mecánico. Los nuevos inventos que nos llevarán progresivamente a completar la conquista del aire costarán muchos trabajos y algunas víctimas. Pero ¿no es grandioso el horizonte que a nuestra imaginación presenta la realización de la locomoción aérea?

El aire, cubriendo mares y continentes, constituye una vía uniforme que lleva a todas partes. El pueblo más escondido recibe la visita del pájaro, en quien vemos el símbolo de la libertad. ¡No hay obstáculo en el aire que nos aparte de la línea recta! ¡Las velocidades en él pueden ser fantásticas! Y, a pesar de ello, el día en que esté perfeccionada la locomoción aérea presentará muchísimo menos peligro que los demás medios de locomoción.

La Ingeniería, que es la más noble aplicación de la inteligencia humana, porque dedica sus esfuerzos y sus sacrificios al aprovechamiento de la Naturaleza para mejorar el bienestar de la Humanidad, encuentra aquí un campo virgen en el cual hacen falta muchas voluntades y muchas inteligencias que verán, al dar cima a la tarea, cómo su triunfo produce una verdadera revolución. Las leyes tendrán que acoplarse al

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

nuevo medio que trastorna las relaciones entre los distintos pueblos, haciéndolos fusionarse cada vez más al facilitar las comunicaciones.

La libertad será más dueña del Mundo, y la civilización, que tiende a aumentar siempre la velocidad de la vida para gustar más de ella en el mismo tiempo, dará un paso gigantesco.

La vida será vertiginosa.

La Ingeniería española ante el problema.

Ante esta perspectiva maravillosa, ¿qué hacemos los Ingenieros españoles?

Si me he decidido a escribir estas líneas saliéndome de mi puesto de filas, y a pesar de comprender que me faltan dotes para tomar la iniciativa, es porque creo necesario hacer un llamamiento a las valiosas inteligencias que asistirán a este Congreso sobre la importancia vital de este problema, acogido en España, en general, con una indiferencia rayana en el desprecio.

Es de creer que esto es un síntoma más del pesimismo que durante muchos años ha dominado entre nosotros; pesimismo acentuado por nuestro modo de ser, extraordinariamente soberbio, en lo personal, que nos hace no acometer muchas empresas por miedo al ridículo y criticar cuando un compañero las acomete, diciendo al mismo tiempo que en España no estamos preparados. Este pesimismo hay que desecharlo entre los Ingenieros; pues los españoles son, sin duda, de los más preparados del Mundo para la investigación científica.

La prueba de ello la tenemos limitándonos a la locomoción aérea en la fama mundial de Torres Quevedo, por sus inventos (que, por cierto, ha necesitado llevar afuera para verlos realizados), y de Herrera, en sus investigaciones. Pero, aparte de esto, de los ilustres Ingenieros Vives y Rojas y de la labor meritísima en Cuatro Vientos de la Aviación militar, no se ve a nadie interesado en el asunto que nos preocupa, y, para esto, los más originales de los trabajos aludidos y, sobre todo, los de Torres y Herrera, se han dedicado principalmente al dirigible, que, aunque hoy día, sin duda, reúne ciertas ventajas que lo hacen insubstituible para grandes recorridos, se ve desde luego que está llamado a desaparecer cuando, al quedar resuelto el vuelo mecánico, el aire sea conquistado definitivamente.

Pero si en alguna materia podemos con facilidad ir a la cabeza los españoles, si la suerte nos acompaña, es en ésta, en la cual estamos al nivel de los demás; pues al dar su primer paso, que ha sido gigantesco, la guerra, aunque desarrollando y afirmando lo existente de un modo

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

enorme, que facilita los avances posteriores, ha detenido a todo el mundo, entorpeciendo y desorientando la marcha hacia la verdadera ruta.

Debemos, por tanto, sin mirar atrás, lanzarnos a esta hermosa empresa; y, como vamos a ver, el primer impulso, como en todos los progresos humanos, corresponde a los Ingenieros, que han de hacer los cimientos sobre los cuales el trabajo y el capital, primero, y, por último, todos los elementos sociales, han de construir la gran obra.

El problema técnico.

La base, como decimos, está en la resolución perfecta del complejísimo problema técnico; pues, como es natural, para utilizar un órgano, es necesario que éste funcione y que funcione bien.

El aeroplano es el que ha llegado a resolver el problema, y, aunque imperfectamente por defectos que examinaremos, ha conseguido hacer práctico el vuelo y se ha desarrollado de un modo asombroso, gracias a la guerra, en la cual ha sido un elemento indispensable.

Como este trabajo se encamina principalmente a atraer elementos, a llamar la atención sobre los problemas, no a discutir asuntos técnicos de orden práctico, los cuales opino se deben poner en realización antes de hablar de ellos, aunque tengo en proyecto y hasta en vía de ensayo varios perfeccionamientos que pueden ser transcendentales, voy a limitarme a tratar de hacer el diagnóstico del problema y a enumerar los distintos puntos que merecen la atención de los Ingenieros para que los que vean en ello materia de su agrado piensen y trabajen para resolverlos.

Dificultades actuales.

Las dificultades del vuelo mecánico, hoy día, se pueden agrupar en dos clases:

1.ª Los defectos inherentes al aparato y que pueden hacerse desaparecer en su mayor parte.

2.ª Los peligros correspondientes al medio, como son especialmente los que traen consigo las nubes y brumas, los cuales no desaparecerán nunca, aunque sí serán aminorados de un modo extraodrinario.

Vamos a tratar de puntualizar un poco estas dificultades para dejar planteado los problemas técnicos, y veremos que en ellos hay ancho campo para los distintos aspectos de la Ingeniería.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Estabilidad.

El aeroplano está basado en la reacción del aire sobre una superficie en movimiento, como todos sabemos, y, naturalmente, todo su funcionamiento depende de dicha velocidad. Su estabilidad ha llegado a resolverse de un modo bastante satisfactorio, no siendo, como cree el vulgo, una cosa precaria ni dependiendo para nada del funcionamiento del motor; pues, al cesar éste, actúa la gravedad, produciendo el descenso inclinado que se llama planeo. Lo que sí ocurre es que, como decimos, todo su funcionamiento depende de la velocidad; y si ésta disminuye más allá de un cierto límite basado en las relaciones entre el peso, la superficie sustentadora y las superficies de gobierno, se pierde la estabilidad, y el aparato cae, en una u otra forma, hasta que, al aumentar de nuevo dicha velocidad, se recobran los mandos y vuelve a tomar bajo la mano del piloto su vuelo normal.

La estabilidad longitudinal y la de ruta son perfectísimas en el aeroplano, mientras se lleva la velocidad necesaria, y los mandos necesitan muy pequeños movimientos del piloto para corregir los desplazamientos. La estabilidad lateral ya es otra cosa; y aunque desde luego el aeroplano tiende siempre a buscar su posición estable, en cuanto hay viento arrachado, se produce un movimiento molesto.

De todos modos, como el piloto necesita llevar en la mano el equilibrio del aeroplano, lo que constituye una garantía para la estabilidad siempre que lo haga bien, en cambio, esta estabilidad se pierde y puede traer el desequilibrio; consecuencias fatales cuando el mando no es el conveniente, como pasa, por ejemplo, con nubes o nieblas que, no dejando ver nada, hacen perder la sensación de horizontalidad por producir la inercia efectos iguales a los de la gravedad.

La estabilidad necesita, por tanto, mejoras que, a ser posible, hagan que el piloto únicamente necesite dirigir el *aparato de vuelo* en el espacio y variar la velocidad de la marcha. Este problema obsesiona a todos los inventores, y tiene dificultades que no vamos a indicar, contando además con la oposición decidida de los aviadores actuales, que creen absolutamente necesario llevar en su mano la estabilidad; pero si los Ingenieros lo resuelven de un modo perfecto, ya quedarán contentos al encontrarse montados en un aparato que, conservando la agilidad de los actuales y aun superándola, ofrezca la garantía de una estabilidad perfecta y únicamente necesite ser guiado en el espacio.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Aterrizaje y partida.

He aquí el verdadero problema del vuelo mecánico en la actualidad, ligado a su vez de una manera íntima con el anterior.

El aeroplano, como hemos indicado, no puede sostenerse en el aire sin velocidad horizontal; esto hace que para la partida de tierra necesite correr un cierto espacio hasta adquirir la necesaria para separarse de ella, y, al aterrizar, necesita volar a ras del suelo, aprovechando la velocidad del descenso, hasta que suavemente se posa en la tierra y rueda la distancia necesaria para que las resistencias del rozamiento y la del aire sobre las alas anulan la fuerza viva remanente.

Por esto, los aparatos de hoy día necesitan aerodromos de dimensiones bastante grandes, pues, además del terreno estrictamente empleado en el aterrizaje y la partida, hay que contar con el margen necesario para los errores o las paradas involuntarias, y, además de este inconveniente y de otros muchos que no voy a enumerar, el no poder quedar sin velocidad en el aire los aparatos de vuelo representa un peligro grandísimo que se nota patentemente, fijándose en el caso de una niebla o en el de tener que aterrizar forzosamente en un terreno que no esté en condiciones.

Vemos, por tanto, que otro de los problemas que hay que resolver es el de la sustentación independiente de la velocidad horizontal, y éste trae consigo otros importantísimos, como son los de la estabilidad y los mandos independientes a su vez de la velocidad de la marcha.

Si se resuelven todos ellos, tendremos el aparato ideal que pueda marchar a una velocidad de doscientos a trescientos kilómetros-hora o quedar flotando en el aire y subir y bajar en la vertical.

Resistencia mecánica.

Queda también otro punto que, aunque secundario en lo que a inventos teóricos se refiere, tiene una importancia grandísima en la práctica, y es el de la resistencia de los materiales aplicada a los aparatos de vuelo; pues, en la locomoción aérea, es donde los cálculos de estructuras hay que hacerlos con unos límites más estrechos, pues se lucha con el factor peso, de tal manera, que hay que ahorrar los gramos para que puedan ser llevados en esencia o en materia transportada.

Esto brinda también ancho campo a los Ingenieros, y más cuando se reflexiona en lo que queda por hacer; pues hay que transformar la construcción radicalmente, porque los sistemas que se emplean se pue-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

den calificar de provisionales, y hay que ir a otros de mayor duración o permanencia, por decirlo así; lo que trae consigo, además de los estudios de Mecánica propiamente dichos, los concernientes a la aplicación de nuevos materiales.

Problemas complementarios o auxiliares.

No es necesario más que señalar ligeramente algunos para ver la importancia de los asuntos que arrastra consigo la locomoción aérea. Empezando por el problema de la orientación, íntimamente ligado al de la Meteorología y a la Radiotelegrafía, y terminando por la infinidad de industrias auxiliares, como las de aparatos indicadores, iluminación de aerodromos, comodidad de la instalación a bordo, calefacción, etcétera, vemos que será raro el ramo de la Ingeniería que no sea necesario aplicar.

Entre estos elementos auxiliares, uno de importancia vital es el motor, en el cual queda todavía muchísimo que hacer para obtener el rendimiento máximo de la energía explosiva de la mezcla carburada para conseguir motores de un peso y, sobre todo, de un consumo mucho menor que los de la actualidad.

Peligros inherentes al medio.

Estos peligros, como ya hemos dicho, no pueden desaparecer, como no desaparecen los del mar. Entre ellos, los de más importancia, por la frecuencia con que se encuentra, son las nubes y brumas. Si se resuelven los principales problemas planteados anteriormente, vemos que un aparato que puede reducir o anular su velocidad sin peligro para la estabilidad al viajar entre nubes (lo que de todos modos evitará limitándose únicamente a pasarlas cuando no tenga más remedio para aterrizar o para subir encima de ellas), los peligros de choque serán remotísimos, y más si se conoce la velocidad del viento por medio de la Radiotelegrafía.

Esta observación nos sirve para ver la importancia de los medios auxiliares enumerados anteriormente; importancia que hacemos resaltar.

En un país bien organizado aeronáuticamente, debe haber una verdadera profusión de estaciones radiotelegráficas y, desde luego, en todos los aerodromos es necesario un pequeño observatorio meteorológico para comunicar los datos necesarios a cualquier aeronave que pregunte. Hay que tener en cuenta que, por medio de la radio puede fijar

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

el piloto con gran facilidad y exactitud el punto en que está, y con los datos meteorológicos de viento y nubes aterrizar en buenas condiciones en el aerodromo más próximo.

Resumiendo lo que se refiere al problema técnico, vemos que el ideal completamente realizable, a mi juicio, consiste en llegar a un aparato que, pudiendo elevarse y descender verticalmente, conserve una estabilidad perfecta y pueda hacer una velocidad lo más grande posible.

Una vez sentado esto, he de decir que, así como confío en que tomándolo con interés nuestros Ingenieros, pueden llegar a resolver estos problemas en el papel, no tengo la misma confianza en que puedan trabajar sobre sus ideas, y, después de tropezar con los mil obstáculos que la realidad ofrece siempre, conseguir la realización práctica, no porque no estemos los Ingenieros españoles capacitados para la práctica, como todavía, desgraciadamente, creen muchos, sino porque, por esa misma desconfianza de nuestro pesimismo de que antes he hablado, es rarísimo encontrar capital dispuesto a una empresa semejante sin que vea un gran estímulo inmediato, y más tratándose de un Ingeniero español.

Es necesario, por tanto, crear ese estímulo, y la forma más práctica es la de establecer grandes premios, como en las Conclusiones se indica.

La organización de la locomoción aérea.

Dejando a un lado el problema técnico, y suponiéndolo resuelto en el grado suficiente para poder aplicar prácticamente la locomoción aérea, vamos a tratar de dar una idea de las bases fundamentales que, a nuestro juicio, deben regir su organización.

En ésta deben distinguirse dos partes: la primera es la verdadera organización de la explotación, que, a su vez, se subdivide en dos: producción de material aéreo y explotación (Sociedades de transportes), que puede estar unida o no a la producción.

Desde luego, no cabe duda de que estas industrias deben ser libres, aunque con la autorización y vigilancia del Estado, que, como luego veremos, ha de regular muchas de las cosas que a ellas afectan.

La segunda parte de la organización es la que corresponde a la intervención del Estado, en la cual conviene, con la mayor urgencia, to-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

mar posiciones y estar preparados para no tener que proceder luego desordenadamente y con dificultades ocasionadas por los intereses creados.

Hecha esta ordenación, y no ocupándonos de lo que se refiere a organización de las industrias aéreas, en la cual cada una procederá con arreglo a su criterio, siguiendo, como es lógico, las mismas normas por que hoy se rigen las industrias semejantes, vamos a puntualizar lo que se refiere a funcionamiento general de la locomoción aérea.

Los aparatos aéreos podrán surcar el espacio en todas direcciones y aterrizar en cualquier parte; pero, por grande que sea su perfeccionamiento, necesitarán unas ciertas condiciones en el terreno para hacer con comodidad las maniobras de partida y aterrizaje; y como, además, no puede haber libertad para utilizar terreno de propiedad particular, es necesario que, en el mayor número posible de sitios, se dispongan aerodromos.

El funcionamiento general de la navegación aérea habrá de tener gran analogía con la de la marítima, siendo en aquélla toda la superficie de las naciones como la costa en ésta. Los puertos serán los aerodromos; y aquí vemos el primer problema que al Estado se presenta; pues, lo mismo que en el mar los puertos son del Estado, para el aire es necesario que los aerodromos sean también del Estado. Claro que no va éste a adquirir inmediatamente todos los aerodromos de la Nación; pero deben ser suyos los que se vayan necesitando con urgencia, y, caso de existir aerodromos de propiedad particular, debe el Estado, al conceder la autorización para su empleo, hacer quede el particular, o Compañía propietaria, obligado a dejar utilizar su aerodromo por todo el mundo, con las mismas condiciones y bajo la misma vigilancia que los del Estado; es decir, que el aerodromo funcione exactamente igual que si fuera oficial. De todos modos, creo no se debe permitir que ningún aerodromo sea propiedad de una Compañía extranjera; y los que hoy día se han creado en la costa de Levante deben ser expropiados, dejando la utilización a las Compañías hoy propietarias, pero en condiciones de igualdad con los demás.

Este primer punto es de una capital importancia; y para ver los inconvenientes que traerá el día de mañana el que el Estado no se quede con la propiedad de los aerodromos o, por lo menos, con su utilización cuando no adquiera el terreno, basta ponerse en el caso de que una Compañía se apodere de todos los buenos aerodromos de una cierta línea, y el día de mañana, cuando la locomoción aérea sea una cosa corriente, no los deje utilizar más que a sus aparatos o a los autorizados por ella, con lo cual ejercerá un verdadero monopolio.

Ahora estamos a tiempo de que el Gobierno dicte las órdenes con-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

venientes para plantear bien el asunto de los aerodromos; pues bastaría con adquirir unos cuantos en las dos rutas principales de Norte a Sur, que son las de Levante, por Barcelona; Alicante y Málaga y Centro, por San Sebastián, Vitoria, Madrid y Sevilla, y otra transversal, por Barcelona, Zaragoza, Madrid, Lisboa, y prohibir se instale ningún aerodromo particular sin la autorización del Gobierno, para lo cual la primera condición debe ser que quede a disposición del Estado como aerodromo oficial mientras sea utilizado el terreno como tal aerodromo.

Una vez adoptada esta decisión, que parece indiscutible, todo el funcionamiento de la intervención del Estado en la locomoción aérea se simplifica de un modo extraordinario; pues, en lo interior, hará que todos los vehículos aéreos, tanto de Compañías de transporte, como de particulares, tengan su matrícula, que al principio debe ser gratuita, para no estorbar el crecimiento de la industria naciente, y dará las autorizaciones de conducir, para lo cual hará sufrir exámenes, y, en el porvenir, seguir una carrera, como en Marina, para cuyos planes de estudio y exámenes debe consultar, a mi juicio, a las Juntas técnicas de Aviación militar y del Real Aero-Club de España, que son los más capacitados en la actualidad.

Además, todos los aparatos tendrán que llevar un libro de ruta, en el cual, ocupando el menor espacio, y del modo más simple posible, se harán constar por los Jefes de aerodromos las fechas y horas de aterrizaje.

Todo aparato, al aterrizar en un aerodromo, debe presentar al Jefe de él los documentos que acrediten va en regla; y si aterrizare en un terreno que no sea aerodromo, deberá, el que lo dirija, presentarse a las autoridades del pueblo más próximo con todos los documentos de que hablamos.

Para las relaciones exteriores, habrá aerodromos de frontera, en los cuales se establecerá la Aduana; y será obligatorio, a todos los aparatos que entren en la Nación, aterrizar en uno de estos aerodromos, para ser revisados, tanto por las Aduanas, como sanitariamente. El aparato que, viniendo del Extranjero, aterrice en el interior sin llevar el certificado correspondiente al paso de frontera, que deberá enseñar junto a los demás documentos, será detenido, en averiguación de las causas de no estar en regla, y, aun en el caso de demostrar no haber nada perjudicial para la Nación en la falta, será penado con una fuerte multa.

Los servicios de Meteorología y de Radiotelegrafía, que tan gran importancia tienen en el problema técnico de la locomoción aérea, necesitan un desarrollo enorme, y es necesario que, al ocuparse de ellos el

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Estado, tenga en cuenta las necesidades de ésta y en los aerodromos haya todo lo necesario. Asimismo tiene que atender el Estado a los servicios de iluminación, etcétera; y, para todo esto, debe establecer unos derechos de aerodromo, de cuya cuantía y forma de recaudación no podemos estudiar ahora los detalles.

Todos los problemas nuevos que se presentan en la circulación darán lugar a un Código del Aire, que puede y debe desde luego ser estudiado antes de que por el crecimiento de este medio de locomoción empiecen a presentarse casos dudosos, que la mayoría pueden ser previstos. Los Jefes de aerodromos tendrán una autoridad semejante a los Comandantes de Marina.

Aunque parezca un poco ilusorio, hay que pensar en la policía del Aire, sobre todo en las fronteras.

La parte de aplicación a la guerra, que no quiero tratar aquí, pues no pienso más que llamar la atención sobre los más graves problemas de organización general, formará una organización aparte, aunque, en estos primeros pasos, es al ministerio de la Guerra al que debe darse la iniciativa; pues hay que hacer notar que, además de tener en la guerra hasta ahora la única aplicación verdaderamente práctica, siendo siempre utilizables en ella todos los aparatos de locomoción aérea, la intervención de los ministerios de Guerra y Marina tiene que ser muy directa y estar en el más íntimo contacto con el organismo director, que, por consiguiente, caso de no ser independiente (que, al fin, lo será), debe quedar en el ministerio de la Guerra, que tendrá, en ese caso, sobre sí la responsabilidad de encauzar bien todos estos problemas. Mas para ello debe recabar la dirección única; pues no hay cosa peor para la organización que dividir un asunto, que en el fondo es único, en varias ramas absolutamente independientes creadas por el capricho o por influencias debidas a intereses particulares de individuos o corporaciones que, guiados muchas veces por plausibles deseos de progreso de los servicios que tienen a su cuidado, malgastan inútilmente valiosísimas energías y elementos por emplearlas dispersas y sin orden ni concierto.

No queremos decir con esto que no sean absolutamente independientes en su funcionamiento los servicios que utilicen en sus aplicaciones la locomoción aérea; pero creemos que no hay que confundir la utilización de un órgano con el órgano mismo, y, por tanto, que, así como nos parece muy bien que los organismos que ven desde luego aplicable con ventaja a sus servicios la locomoción aérea, estudien perfectamente su utilización y hasta pongan toda su influencia y sus medios en proteger la naciente industria, empezando su aplicación aun antes de ser verdaderamente práctica, nos parece muy mal se inmis-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

cuyan en asuntos de organización general, creando dificultades para el día de mañana, y pierdan su tiempo y el dinero del Estado, no en la utilización, sino en la misma locomoción aérea y en cosas tan fuera de su papel como son la enseñanza de conducción de aparatos y la constitución y explotación de líneas aéreas de transporte, con la consiguiente creación de aerodromos, etcétera.

Por la premura con que escribo esta moción y la complejidad del problema, resulta desordenado y confuso lo escrito; y como lo interesante es plantear claramente conclusiones que sirvan de base para proponer a los que tienen en su mano el gobierno de la Nación iniciativas útiles y prácticas que sirvan para encauzar este problema, y que, en vez de producir sobre nuestra industria y sobre nuestro país el efecto de una avalancha destructora y creadora de conflictos, haga efectos beneficiosos y hasta nos coloque en esta rama de la actividad a la cabeza de las demás naciones, a continuación van expuestas las orientaciones fundamentales y las medidas urgentes que, a mi modesto juicio, se deben ir poniendo en práctica para plantear bien el asunto.

1.º El problema técnico, que es de una importancia enorme, vale bien la pena de que el Estado estimule la inventiva de los Ingenieros españoles, para lo cual, como creo es un desatino gaste ni un céntimo en apoyar inventos teóricos, como hasta ahora ha hecho, en varios casos con resultados absolutamente negativos, lo que debe hacer, y tiene la ventaja inmensa de que al dar el premio tiene el fruto en la mano, es fundar dos premios: uno para la resolución del problema fundamental que hemos expuesto, y de cuya posibilidad todos estamos convencidos, o sea, del problema de la parada en el aire, y otro mayor, para la demostración completa de la resolución de la locomoción aérea, o sea, aproximadamente, en la siguiente forma:

A) Un premio de 100.000 pesetas, como mínimo, al primer aparato de vuelo de invención y construcción nacional que, elevándose verticalmente, se sostenga un cierto tiempo en el aire y descienda sin novedad, también verticalmente.

B) Un premio de un millón de pesetas, como mínimum, al primer aparato de vuelo de invención y construcción nacional que, elevándose verticalmente, salga de Madrid, y después de recorrer con escalas las poblaciones de Sevilla, Valencia, Barcelona y Bilbao, con una velocidad media superior a doscientos kilómetros-hora, descontando tiempos de parada, descienda otra vez verticalmente en Madrid.

Estos premios son irrisorios al lado de la importancia del problema; y lo mismo decimos de los gastos que representen las otras innovaciones cuya implantación pedimos.

2.º El caballo de batalla en la intervención del Estado está en la

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

cuestión de los aerodromos, que da la clave de toda la organización; y, por tanto, proponemos se legisle en esta materia de forma que, en absoluto, todos los aerodromos queden en propiedad o en usufructo del Estado.

Para éstos se deben adquirir—y creo lo más conveniente y fácil por el momento que lo haga la Aviación militar, que los necesita en gran número—los aerodromos más importantes para la circulación en España, y dar inmediatamente una disposición que diga sobre poco más o menos:

"Para utilizar un terreno particular o municipal como aerodromo, será necesaria una autorización especial, que llevará consigo la obligación, por parte del propietario del terreno, de ceder provisionalmente todos sus derechos al Estado, para que quede como aerodromo oficial durante el tiempo de dicha autorización."

3.° Es absolutamente necesario, para empezar a poner orden en la locomoción aérea, que se marquen, aunque sea provisionalmente, los requisitos que tienen que cumplir los aparatos para viajar, y, por lo tanto, que se hagan inscribir, tomando como base los aerodromos, y al principio, gratuitamente, se les dé una licencia de circulación a los que estén matriculados.

La licencia de conducir se puede substituir por el título de piloto de la Federación Aeronáutica Internacional, y los demás papeles y requisitos se pueden fijar desde luego en forma parecida a la que se emplea en el Mar.

4.° Los aerodromos de frontera deben empezar a funcionar inmediatamente, para lo cual, en cuanto se instalen, debe hacerse saber a las demás naciones la obligación en que están los aparatos que pasen por España de visar sus documentos en dichos puntos y las penalidades en que incurrirán los que, habiendo faltado a dicho requisito, tengan que aterrizar en el territorio de la Nación.

5.° Todo lo que se propone aquí en esquema debe, inmediatamente de estudiado con el mayor detalle posible, ser puesto en vigor sin pérdida de tiempo. Para lo cual, se debe facultar a un organismo, como la Dirección Nacional de Aeronáutica, siendo, a mi juicio, el más indicado por el pronto, por disponer de más medios técnicos y materiales, y estar, por tanto, más preparado para una labor útil, la Sección de Aeronáutica del Ministerio de la Guerra.

Si con estas líneas, que, por el exceso de trabajo que en la industria de la Aviación pesa en este momento sobre mí, he tenido que escribir en tres días, consigo llamar la atención de este Congreso sobre el im-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

portantísimo problema de la locomoción aérea, y que otros de más valía lo hagan cosa suya, y discutiendo sobre él se llegue a presentar al Gobierno de Su Majestad algunas proposiciones que tiendan a encauzar la legislación para que, a medida que el aire vaya siendo nuestro, el orden necesario para el buen funcionamiento de la vida vaya reinando en la organización aeronáutica española, quedaré contento de haberme atrevido a escribirlas."

Las conclusiones merecieron observaciones del Ingeniero industrial, piloto aviador, Sr. PEÑAS, en cuanto a los organismos o entidades que deben tomar la iniciativa en la formación de la Dirección General de Aeronáutica, cuya creación propone en su Memoria el Sr. Barrón. Fué aprobada la modificación propuesta por el Sr. Peñas.

El Secretario, Sr. LUCINI, dió lectura al trabajo del Sr. Palanca, del cual se dió la Sección por enterada, dada la índole del mismo y la ausencia de su autor.

El trabajo del Sr. Palanca dice así:

"PROBLEMAS INTERESANTES DE LA AVIACION

Por D. Luis Palanca, *Comandante de Ingenieros del Ejército.*

VIRADAS

Existe una ley en la Naturaleza por cuya virtud un cuerpo solicitado por una fuerza única que no varía de dirección, de tamaño, ni de punto de aplicación, se mueve en línea recta y acelera proporcionalmente a la masa que posee y fuerza que le solicita. Cuando la aceleración es nula, debe también anularse la resultante de los esfuerzos que actúan sobre nuestro sistema, y, por el contrario, cuando la trayectoria se desvía de la línea recta, es seguro que una nueva fuerza hace sentir sus efectos sobre el cuerpo o sistema de ellos que consideremos, ya que su tendencia natural, por virtud de la inercia, estaría en la conservación de su dirección primitiva.

Cualquiera que se distrae en la contemplación de las viradas de un aeroplano sospecha que el aparato se encuentra obligado por una fuerza ajena a la de tracción procedente de la hélice; pues, de lo contrario, intentaría, por inercia, seguir la ruta sencilla que brinda la Naturaleza a los objetos solicitados por una fuerza única y bien precisada.

Tres sabemos que son las que deciden del vuelo de un aparato, y descartada la hélice o el peso propio invariable en su dirección, ¿cuál puede plegarse a los caprichos y necesidades del piloto?

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

La opinión general atribuye al efecto del aire sobre los timones de dirección la curvatura de la trayectoria; pero ni tienen bastante superficie para ceñir una virada en la manera que es uso y elegancia de los buenos pilotos, ni conservan su plano vertical una vez iniciado el movimiento.

Las alas mismas, inclinándose, son las que producen la fuerza que arranca el aparato de su dirección rectilínea.

Pero no sólo el velamen contribuye a este efecto, pues la superficie de quilla y el timón de dirección, frenando sobre el derape, son causa de la intervención de nuevas fuerzas que hacen equilibrio a la centrífuga, cuyo origen no es otro sino la inercia del cuerpo que se resiste a tomar aceleraciones con desvío de su primitiva dirección.

Prescindiremos por el momento de la quilla considerando la resistencia del aire sobre las alas inclinadas como única fuerza centrípeta y suponiendo ya establecido el régimen curvilíneo de aceleraciones nulas que constituye la perfecta virada circular.

En este caso, la resistencia del aire sobre el velamen debe equilibrar, no sólo al peso, sino también a la natural tendencia del cuerpo a moverse en línea recta, cuya expresión matemática, llamada fuerza centrífuga, es $\frac{mv^2}{\rho}$, siendo m la masa, v su velocidad y ρ el radio de la trayectoria que emprende.

Esta resistencia del aire tendrá, como siempre, dos componentes: una, tangencial a la trayectoria, $R_a = k'_a SV^2 + KS'V^2$ (1), y otra perpendicular a la misma y contenida en el plano de simetría, cuyo valor es $R_s = k_s SV^2$. Ambas se proyectan sobre la traza del plano de simetría S S (fig. 1.ª). Pero R_s se descompone a su vez en dos, una de las cuales hace equilibrio al peso P, y la segunda vence la fuerza centrífuga $\frac{MV^2}{\rho}$ del aparato; luego:

$$R_s \cos \theta = P \quad \text{o bien} \quad k_s SV^2 \cos \theta = P$$

y

$$(2) \qquad \text{tang } \theta = \frac{MV^2}{P \times \rho} = \frac{MV^2}{\rho \times M \times g} = \frac{V^2}{g \times \rho}$$

es decir,

$$\text{tang } \theta = \frac{V^2}{g \times \rho} \qquad (3)$$

En resumen: que las alas, no sólo tienen ahora que hacer frente a la gravedad, sino arrancar además el aparato de su dirección primiti-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

va; y como su única fuerza consiste en el apoyo que les presta el aire, a poco que se medite, cualquiera entiende que el régimen circunfe-

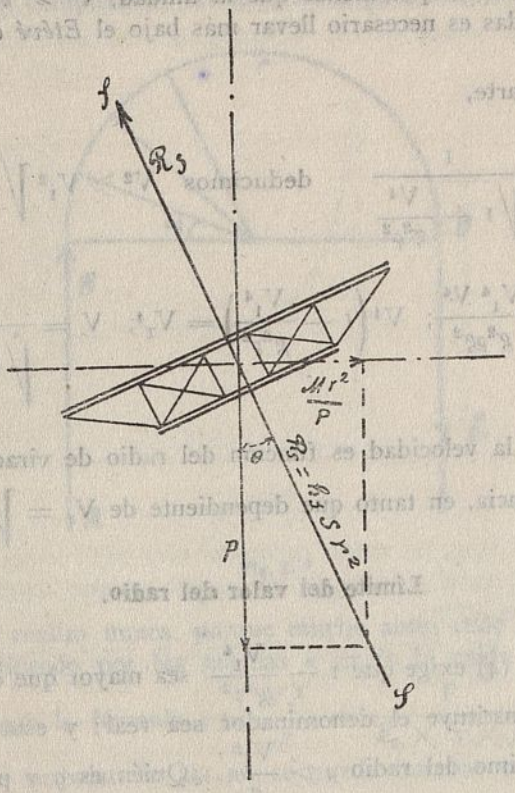


Fig. 1.ª

rente es asimilable al rectilíneo horizontal, siempre que se considere en vez del peso un valor ficticio R_s de la gravedad igual a

$$\frac{P}{\cos\theta} \quad o \quad P\sqrt{1+\frac{V^4}{g^2 \times \rho^2}} \quad \text{porque} \quad \cos\theta = \frac{1}{\sqrt{1+tg^2\theta}}$$

La velocidad.

Comparando la expresión de la velocidad deducida de la ecuación (2) $V^2 = \frac{P}{k_s \times S \times \cos\theta}$ con la ordinaria en vuelo horizontal $V_1 = \sqrt{\frac{P}{k_s \times S}}$

bajo el mismo ángulo de ataque, se deduce que $V^2 = \frac{V_1^2}{\cos \theta}$; y como los cosenos son siempre menos que la unidad, $V^2 > V_1^2$. Luego "durante las viradas es necesario llevar más bajo el *Etévé* que en el vuelo corriente".

Por otra parte,

$$\cos \theta = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{V^4}{g^2\rho^2}}} \qquad \text{deducimos} \quad V^2 > V_1^2 \sqrt{1 + \frac{V^4}{g^2\rho^2}}$$

$$V^4 = V_1^4 + \frac{V_1^4 V^4}{g^2 \rho g^2}; \quad V^4 \left(1 - \frac{V_1^4}{g^2\rho^2}\right) = V_1^4; \quad V = \frac{V_1}{\sqrt[4]{1 - \frac{V_1^4}{g^2\rho^2}}} \quad (4)$$

Se ve que la velocidad es función del radio de virada ρ y del ángulo de incidencia, en tanto que dependiente de $V_1 = \sqrt{\frac{P}{k_s \times S}}$.

Límite del valor del radio.

La fórmula (4) exige que $1 - \frac{V_1^4}{g^2\rho^2}$ sea mayor que cero, para que la raíz que constituye el denominador sea real; y esta condición da para valor mínimo del radio $\rho > \frac{V_1^2}{g}$. ¿Quién es g y por qué su intervención en la virada "horizontal" del aparato? ¿Alguna vez, en el curso de los cálculos, olvidados los factores reales de un problema, aparecen, como ahora, resultados que un momento hacen creer en una equivocación, ya que, siendo g la aceleración de la gravedad y su dirección, por tanto, vertical, no se concibe qué intervención le alcance en una serie de movimientos que tienen lugar sin ausentarse el centro de gravedad de un mismísimo plano horizontal. Pero se explica esta anomalía observando que en A (fig. 2.ª) y antes de virar, la fuerza viva del sistema es $\frac{MV_1^2}{2}$ y que esa fuerza viva ha de perderla en el trayecto de B a C por el trabajo que desarrolla la reacción horizontal del velamen sobre el aire, cuyo máximo, supuesto que el aparato viajaba sin subir, es el peso P proporcional a la aceleración g de la gravedad. Así debe entenderse la dependencia de V_1^2, g y ρ, ya que el radio de

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

giro ha de ser función de la fuerza viva y de la reacción que para matarla puede provocar el velamen (1), aunque este caso límite en que la reacción completa de las alas sirva para vencer la fuerza cen-

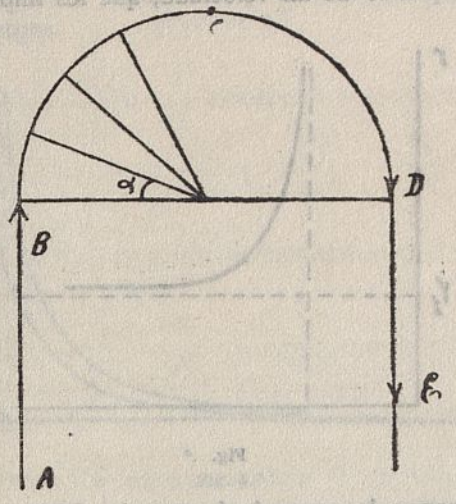


Fig. 2.ª

trífuga no se realiza nunca, porque mucho antes cede el aparato a su peso no equilibrado por las mismas e inicia la caída por resbalones sucesivos. Luego la fórmula $\rho > \frac{V_1^2}{g} = \frac{P}{k_s \times S \times g}$ hace ver que sin peligro de resbalar de ala no se puede intentar ceñir las viradas aproximándose al radio mínimo $\frac{P}{k_s \times S \times g}$ y que "encabritando se

(1) La ecuación de fuerzas vivas sobre el eje AB en este caso de una inclinación extrema irrealizable, sería $\frac{1}{2} MV_1^2 = \int_C^B P \times \text{sen}\,\alpha \times ds \cos\alpha$; siendo s la diferencial del camino recorrido. Como $ds = \rho d\alpha$ sería

$$\frac{1}{2} MV_1^2 = \int_C^B P \times \rho \times \text{sen}\,\alpha \times \cos\alpha\, d\alpha = \int_C^B P \times \rho \times \frac{1}{2} \text{sen}^2\alpha = \frac{1}{2} P \times \rho =$$

$$= \frac{1}{2} M \times g \times \rho$$

luego

$$V_1^2 = g \times \rho$$

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

disminuye el radio mínimo de virada", toda vez que aumenta k_s (o disminuye V_1^2).

Huyendo de los resbalones, muchos alumnos de piloto se precipitan en un vuelo picado de tal velocidad, que les imposibilita la virada;

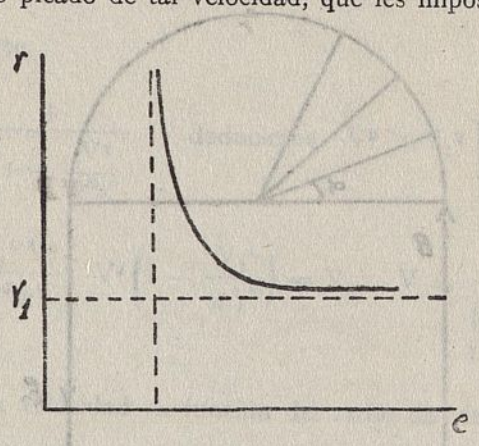


Fig. .ª

pues no hay ala capaz de vencer la fuerza viva MV^2 a poco que V crezca. Entonces, el radio ρ aumenta, sin que lo puedan evitar los timones ni el alabeo o las alillas.

La curva de los valores del radio tiene la forma de un arco de hipérbola cuyas asíntotas son dos rectas de ecuaciones $V = V_1$ y $\rho = \frac{V_1^2}{g}$ (fig. 3.ª).

Inclinación θ del aparato.

Sabemos que $\text{tang } \theta = \frac{V^2}{g \times \rho}$ substituyendo en vez de V su valor (4).

$\frac{V_1}{\sqrt[4]{1 - \frac{V_1^4}{g^2 \times \rho^2}}}$ tendremos: $\text{tang } \theta = \frac{V_1^2}{\sqrt{1 - \frac{V_1^4}{g^2 \times \rho^2}}} \times \frac{1}{g \times \rho}$

cuando ρ varía desde infinito hasta $\frac{V_1^2}{g}$, θ va desde infinito a cero, y la curva de sus valores es también un arco de hipérbola (fig. 4.ª). La posición de la asíntota vertical $\frac{V_1^2}{g}$ depende de V_1, y ésta del ángulo

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

de ataque; de modo que encabritando se vira más ceñido que picando, cosa que ya sabíamos.

La curva de V_1' en vuelo encabritado está por debajo de la de V_1 en vuelo bajo incidencia económica, y es menor la inclinación indispensable de las vergas.

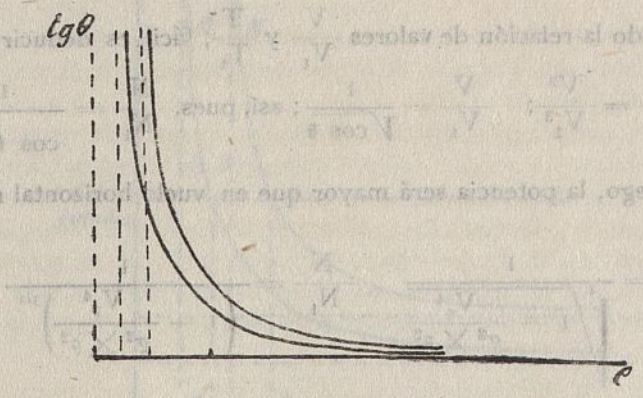


Fig. 4.ª

Observación.—De la fórmula $\text{tang}\,\theta = \frac{V^2}{g \times \rho}$ tenemos $\text{sen}\,\theta = \frac{V^2 \cos\theta}{g \times \rho}$ pero $V^2 \cos\theta = V_1^2$ luego $\rho \times \text{sen}\,\theta = \rho \frac{V_1^2}{g}$ (5).

"El producto del radio de giro por el seno de la inclinación es constante para la misma incidencia de vuelo." Para ceñir la virada se debe encabritar y dar mayor inclinación a las vergas; pero procédase con aplomo, porque estas maniobras, ejecutadas sin tacto, llevan al resbalón inopinado: el *Etévé* no debe nunca subir por encima de la raya de régimen.

Esfuerzo de tracción de la hélice.

De la (1): $T = k_a \times S \times V^2 + K \times S' \times V^2$ comparado con el vuelo horizontal con igual incidencia $T_1 = k_a \times S \times V_1^2 + K \times S' \times V_1^2$ se deduce $\frac{T}{T_1} = \frac{V^2}{V_1^2}$; pero $\frac{V^2}{V_1^2} = \frac{1}{\cos\theta}$; así que $\frac{T}{T_1} = \frac{1}{\cos\theta}$ ó $T \cos\theta = T_1$. "El producto del esfuerzo de tracción por el coseno del ángulo de inclinación no varía para la misma incidencia."

Consecuencia lógica; pues los esfuerzos de tracción son proporcionales al cuadrado de la velocidad, y aumentando la inclinación cuando

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

aumenta aquélla, también debe crecer el esfuerzo de tracción. El gráfico que da los valores de T^2 sigue la misma norma que el de velocidades.

La potencia.

Conociendo la relación de valores $\frac{V}{V_1}$ y $\frac{T}{T_1}$; fácil es deducir la de potencia $\frac{N}{N_1} = \frac{V^3}{V_1^3}$; $\frac{V}{V_1} = \frac{1}{\sqrt{\cos \theta}}$; así, pues, $\frac{N}{N_1} = \frac{1}{\cos \theta \frac{3}{2}}$.

Desde luego, la potencia será mayor que en vuelo horizontal rectilíneo. Como

$$\frac{V}{V_1} = \frac{1}{\sqrt[4]{1 - \frac{V_1^4}{g^2 \times \rho^2}}} \qquad \frac{N}{N_1} = \frac{1}{\left(1 - \frac{V_1^4}{g^2 \times \rho^2}\right)^{3/4}}$$

Cuando $V_1^2 = g \times \rho$, N se hace infinito. El infinito, en Matemáticas, es, muchas veces, signo de imposibilidad; así que la fórmula denuncia con este resultando que no hay potencia humana capaz de mantener un aparato virando con las alas verticales sin descender, o que, si se quiere volar con seguridad, conviene reservarse una parte de la reacción del aire sobre las alas haciendo equilibrio al peso, y dedicar el resto al consumo de la fuerza viva del aparato o al equilibrio de la fuerza centrífuga.

A incidencia constante, la curva de los valores de N es un arco de hipérbola cuyas asíntotas con las rectas $N = N_1$ (vuelo rectilíneo horizontal) y $\rho = \frac{V_1^2}{g}$; mínimo a que nunca se puede llegar (fig. 1.ª). Si el piloto dispone de 80 caballos, puede elegir un radio entre los comprendidos desde el infinito (seguir en línea recta) hasta el valor OC de la figura. Cuando quiera virar más corto, de (si el *Etévé* está muy por debajo de la raya) encabritar

$$N = \frac{N_1}{\left(1 - \frac{V_1^4}{g^2 \times {}^2}\right)^{3/4}}$$

N_1 disminuye; y como N permanece constante, el denominador disminuirá a su vez; lo que hace necesario que $\frac{V_1^4}{g^2 \times \rho^2}$ crezca; pero V_1 encabri-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

tando, disminuye; luego ρ debe ser más pequeño si la igualdad anterior ha de conservarse; pues, de otra manera, el exceso de potencia haría subir el aparato en lugar de ceñir su virada. La figura 3.ª hace ver que

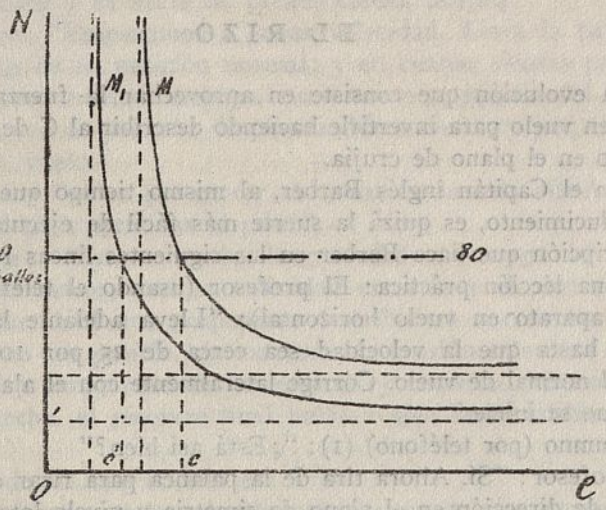


Fig. 3.ª bis

el radio puede ser más pequeño oscilando entre infinito y c' para la curva M_1 de vuelo encabritado; claro está que las inclinaciones de las vergas serán menores, supuesto que la fuerza viva a absorber $\frac{MV_1^2}{2}$ será menor en vuelo encabritado que normal. Así lo demuestra además la fórmula

$$\text{tang } \theta = \frac{V_1^2}{g\rho} \times \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{V_1^4}{g^2\rho^2}}}$$

CONCLUSIONES

De cuanto antecede, se deduce:

1.º Que para ejecutar una virada ceñida es necesario disponer del máximo de potencia si no se quiere perder altura ni llevar la palanca anemométrica en posición de alarma.

2.º Si el piloto, no queriendo subir o deseando ganar velocidad, lleva el Etévé muy bajo, antes de emprender la virada debe encabritar;

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

pues, de lo contrario, ni los tiempos ni el alabeo le sacarán el aparato de la línea recta o describirá, cuando mucho, una curva de gran radio.

3.° Cuando el motor falle para volver precisa perder altura.

EL RIZO

Es la evolución que consiste en aprovechar la fuerza viva de un aparato en vuelo para invertirle haciendo describir al C de G un círculo contenido en el plano de crujía.

Según el Capitán inglés Barber, al mismo tiempo que la maniobra de más lucimiento, es quizá la suerte más fácil de ejecutar en el aire. La descripción que hace Barber en las siguientes líneas reviste la forma de una lección práctica: El profesor (usando el teléfono mientras tiene el aparato en vuelo horizontal): "Lleva adelante la palanca de mandos, hasta que la velocidad sea cerca de 25 por 100 más de la velocidad normal de vuelo. Corrige lateralmente con el alabeo cualquier desvío que se inicie."

El alumno (por teléfono) (1): "¿Está así bien?"

El profesor: "Sí. Ahora tira de la palanca para rizar el rizo. Lleva el timón de dirección en el plano de simetría y nivela lateralmente con el alabeo."

(El alumno tira con violencia de la palanca, el aparato encabrita y sobreviene una pérdida de velocidad que le obliga a hundirse en el vacío.)

El profesor: "Si hemos salido para quebrar las alas del aparato, hay que confesar que has puesto los medios para conseguirlo. Has tirado con tal violencia de la palanca, que el ángulo de incidencia ha crecido enormemente, con lo cual la corriente de aire se ha dividido por encima del ala en una porción de remolinos que disminuyen la presión sobre las mismas, mientras que la parte inferior se ha visto sometida a un choque imponente. El resultado ha sido pérdida de velocidad y sustentación y, por consecuencia, un desplome. Debes tirar de la palanca con extremada delicadeza. Volvamos a empezar. Y a propósito: hay sobre nosotros una nube con uno de sus lados paralelo al horizonte. Usala para conservar horizontales las alas."

(El alumno empieza otra vez, la máquina encabrita y oye de nuevo la voz del profesor:) "Estamos en posición vertical. Tira con decisión de la palanca. Derecho el timón. Mete el pie izquierdo (o derecho, se-

(1) Algunos aparatos modernos que van llegando a España se encuentran ya provistos de teléfono, cuyo auxilio esperamos que será de gran utilidad para la enseñanza.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

gún el caso). Bien. Fíjate en el horizonte. Conserva el nivel de las alas. *Lleva la palanca lateralmente hacia el ala más baja.* Estamos en la cima. Corta motor."

(La máquina ha perdido casi toda su velocidad; pero su proa empieza a descender y se inicia un planeo cabeza abajo.)

El profesor: "Empezamos a ganar velocidad. Lleva la palanca un poquitín detrás de su posición normal; y en cuanto sientas presión en el timón de profundidad, empieza suavemente a sacarla del picotazo. Estamos otra vez en posición de planeo. Mete motor, y pon el aparato en posición de vuelo."

El discípulo: "¿Por qué cerrar el motor en lo más alto? ¿No nos habría servido para terminar el rizo?"

El profesor: "Una vez arriba, la gravedad se encarga del resto. Si no paramos el motor, nuestra velocidad crecería y el rizo sería más ancho. Al rizar, debe uno proponerse describir un círculo tan pequeño y cerrado como sea posible, sin extremar la presión sobre las alas, que arguyen trabajo exagerado de las mismas y timones. Además, con el motor en marcha, el picotazo final hubiera sido interminable y difícil de recuperar."

El orden de las operaciones es:

1.° Picar hasta que la velocidad alcance un 25 por 100 más de lo corriente.

2.° Tirar con suavidad de la palanca de mandos. Conservar el nivel de las alas, y llevar normal el timón de dirección.

3.° Llevar decididamente atrás la palanca de mandos al llegar a la posición vertical del fuselaje. La máquina empieza a invertirse. Obsérvese el horizonte por debajo de las alas, para evitar que se tuerza el aparato. Empújese lateralmente la palanca hacia el costado más bajo.

4.° Parar el motor en lo más alto.

5.° La proa comienza a descender y crece la velocidad. Llévese la palanca un poco hacia atrás de su posición normal. Suavemente, procurar sacarla del picotazo final y seguir en vuelo corriente, poniendo en marcha el motor."

Así describe el Capitán Barber las operaciones necesarias para ejecutar un "looping"; y, según él, las equivocaciones más corrientes de los alumnos son: 1.° Tirar con excesiva violencia de la palanca al empezar la maniobra.—2.° No conservar el timón de dirección en posición normal, lo que da origen a una vuelta en la que el ala exterior, por llevar mayor velocidad, desarrolla mayor sustentación, con lo cual, antes de llegar al vértice del rizo, el aparato se encuentra inclinado y sobreviene un resbalón de ala.—3.° Cortar el motor antes de llegar a lo alto del círculo cuando la proa se encuentra aún mirando al cielo. El error

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

se resuelve en un resbalón de cola peligrosísimo, que termina deteniéndose el aparato, y desplomándose para ganar la velocidad que le coloque espontáneamente en posición de planeo.

En el caso de que el rizo sea muy ancho, se nota tendencia a desprenderse del asiento cuando se llega a la parte superior. Cuando es estrecho, el piloto siente como si le aplastasen contra su sitio. Un rizo perfecto sería aquel en que el observador, cerrando los ojos, no se diera cuenta de la maniobra.

Finalmente, Barber alude a la práctica que necesita tener el alumno de la máquina que maneja, para evitar los efectos de la variación de incidencia que tienen las alas de los aeroplanos.

Esta variación se debe al motor. La Mecánica demuestra, no sólo que el C de G de un grupo no puede desplazarse por razón de la existencia de fuerzas interiores al mismo, sino también que el cuerpo no puede girar solicitado por esas mismas fuerzas en torno a un eje que pase por el referido C de G (mucho menos en derredor de otro eje que no pasase por este centro, pues esto implicaría traslación del mismo).

Y, sin embargo, las paletas de la hélice giran, lo que demuestra la intervención de un par de fuerzas exterior que se obtiene aumentando la incidencia del ala izquierda, por ejemplo, con respecto a la otra cuando la hélice gira de izquierda a derecha vista desde atrás.

Explicando este fenómeno, dice, poco más o menos, Bouz, en la página 84 de su *Mecánica*: "Cuando una bailarina, apoyada sobre el suelo por la punta de un solo pie, quiere imprimirse un movimiento de rotación en torno a la vertical que pasa por su C de G, no lo consigue por la acción de sus fuerzas musculares, porque estas fuerzas, que son interiores, no pueden hacerle girar.

Si la bailarina quiere girar a la derecha en un piso resbaladizo, mientras lanza la parte superior de su cuerpo en este sentido, retrocede en el contrario la pierna que conserva en el aire, y sólo la intervención del *frotamiento*, que es una *fuerza exterior*, le concede la ejecución de sus deseos. En el aeroplano, la fuerza exterior es el aire, que surte los mismos efectos que el rozamiento en las locomotoras y la resistencia del agua en la natación. El trabajo gastado en un viaje de ferrocarril se invierte en calentar los rieles, el de un raid aéreo en elevar la temperatura del aire.

En virtud, pues, del teorema de las áreas de Mecánica, el aeroplano tiende a girar en sentido opuesto al motor; y si no fuese por la variación de incidencia, así sucedería.

Pero sigamos con el rizo, del cual hemos inadvertidamente digredido. En algunos aparatos, el cambio de incidencia es de tal naturaleza, que tuerce las alas en cuanto el piloto para el motor; y si esto sucede

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

en lo alto del rizo, complica la maniobra. En otros desprovistos de corrección suficiente es el piloto quien corrige maquinalmente con el alabeo; pero, al iniciar la maniobra, preocupado con la novedad, omite la corrección y también sobrevienen complicaciones.

Estas pueden traducirse en un resbalamiento de ala y hasta en una barrena inopinada.

La casualidad nos ha llevado a comparar las leyes del péndulo con las del rizo. Dos procedimientos hay para calcularlas, según que se parta al efecto de la ecuación de fuerzas vivas, o de la de aceleraciones.

El péndulo se encuentra sometido a su peso $m \times g$, cuyas componentes son $mg \times \cos \theta$ y $mg \times \text{sen } \theta$, y a la reacción del hilo OA.

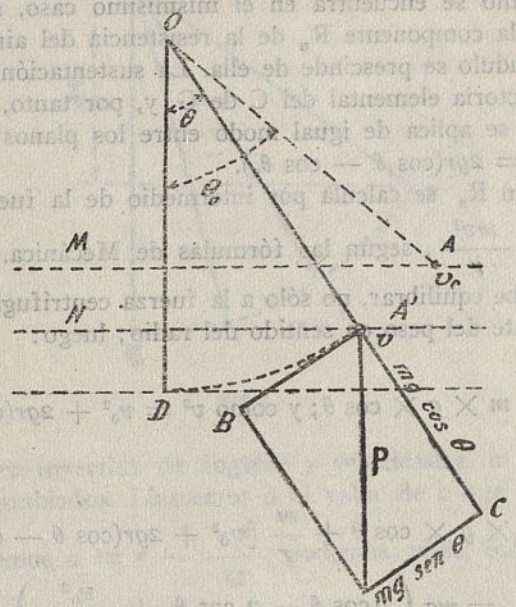


Fig. 5.ª

Pero la reacción del hilo y mg cos θ son cantidades que no dan proyección sobre la tangente A'B a la circunferencia descripta por el punto A.

Luego si proyectamos en esa dirección las fuerzas que obran sobre el péndulo tendremos $m \times g \times \text{sen } \theta = m \times \frac{d^2s}{dt^2}$ (fuerza igual al producto de la masa por la aceleración). Y como $\frac{d^2s}{dt^2} = r \times \frac{d^2\theta}{dt^2}$

(s es el espacio recorrido por A), resulta $m \times g \times \text{sen } \theta$ igual a $m \times r \times \frac{d^2\theta}{dt^2}$ o bien $\frac{d^2\theta}{dt^2} = g \times \frac{\text{sen } \theta}{r}$ la cual, por sencillas transformaciones (véase la *Mecánica* de Apell, pág. 311), se convierte en $v^2 - v_0^2 = 2gr(\cos \theta - \cos \theta_0)$ v_1 es la velocidad del extremo del péndulo en el punto A' y v_0 en el de partida, A.

Pero esta forma de la ecuación hubiera sido fácil de hallar aplicando el teorema de fuerzas vivas entre dos planos M y N, pues el crecimiento de la fuerza viva $mv^2 - mv_0^2$ sería igual a la fuerza P por el camino recorrido proyectado sobre la vertical $P \times r (\cos \theta - \cos \theta_0)$. La reacción R no produce trabajo porque es perpendicular al camino recorrido.

El aeroplano se encuentra en el mismísimo caso, siempre que se prescinda de la componente R_a de la resistencia del aire, porque también en el péndulo se prescinde de ella. La sustentación es perpendicular a la trayectoria elemental del C de G, y, por tanto, la ecuación de fuerzas vivas se aplica de igual modo entre los planos M y M_1; luego: $v^2 - v_0 = 2gr(\cos \theta - \cos \theta_0)$.

La reacción R_s se calcula por intermedio de la fuerza centrífuga, cuyo valor es $\frac{mv^2}{r}$, según las fórmulas de Mecánica. En este caso, la reacción debe equilibrar, no sólo a la fuerza centrífuga, sino también a la componente del peso en sentido del radio; luego:

$$R_s = \frac{mv^2}{r} + m \times g \times \cos \theta; \text{ y como } v^2 = v_0^2 + 2gr(\cos \theta - \cos \theta_0)$$

resulta

$$R_s = m \times g \times \cos \theta + \frac{m}{r}\left[v_0^2 + 2gr(\cos \theta - \cos \theta_0)\right] =$$

$$= mg\left(3 \cos \theta - 2 \cos \theta_0 + \frac{v_0^2}{g \times r}\right)$$

Esta fórmula da el valor de R_s en cada posición del aparato. Sigamos el movimiento partiendo de la vertical. Para $\theta = 0$ la reacción es máxima y evidentemente positiva, porque $3 - 2 \cos \theta_0 > 0$. Cuando el aparato sube θ aumenta, cos θ disminuye, R_s disminuye. R_s se anula cuando $3 \cos \theta + \frac{v_0^2}{g \times r} = 2 \cos \theta_0$, y en este caso, el aparato resbala de cola, y sufre además un descenso brusco por falta de sustentación.

Para averiguar cuándo sucederá esto y en qué casos la velocidad

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

será suficiente al rizo, tomemos como origen del movimiento aquel en que se inicia el rizo (fig. 6.ª). Entonces

$$\theta_0 = 0 \qquad v^2 = v_0^2 + 2gr(\cos\theta - \cos\theta_0) = v_0^2 + 2g(z - r)$$

y la reacción $R_s = \frac{mg}{r}(3z - 2r + \frac{v_0^2}{g})$. Se comprende que al tomar como origen el punto v_0 de la vertical, la ecuación del rizo no cambie sino en los signos, porque las fuerzas son las mismas, y gracias a nues-

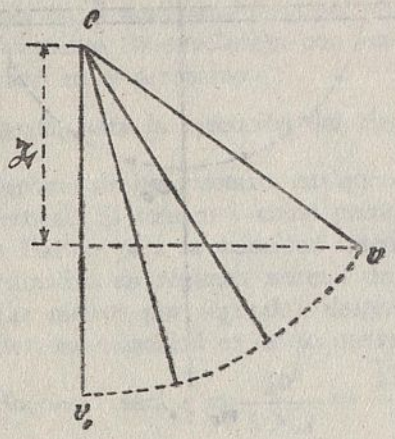


Fig. 6.ª

tra nomenclatura invertida de ángulos y velocidades, ni aun esos signos aparecen cambiados. Llamemos a al valor de z que anula la velocidad, y tendremos $a = r - \frac{v_3^2}{2g}$; podemos, pues, escribir

$$v^2 = 2g \times (z - a) \qquad R_s = \frac{3mg}{r}(z - \frac{2}{3}a)$$

Cuando a es positivo, es además menor que r. Eligiendo convenientemente la velocidad inicial v_0 se puede hacer que a tome el valor que se quiera inferior al radio, y como v^2 es esencialmente positivo, se tiene $z > a$: el aparato permanece por debajo de la recta horizontal DD que tiene por ecuación $z = a$ (fig. 7.ª).

Si esta recta corta al círculo, la velocidad se anula en los puntos de encuentro, y el movimiento es oscilatorio; si no le encuentra por hallarse encima, a es negativo y mayor en valor absoluto que el radio:

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

la velocidad no se anula nunca; el movimiento se verifica siempre en un sentido y es de revolución.

Basta para ello que v_0 tenga un valor suficientemente grande. Cuando la recta DD es tangente al círculo en su parte más alta, la velocidad tiende a anularse en el punto de tangencia y el aeroplano no llegará nunca a él: la teoría demuestra que se le acerca indefinidamente.

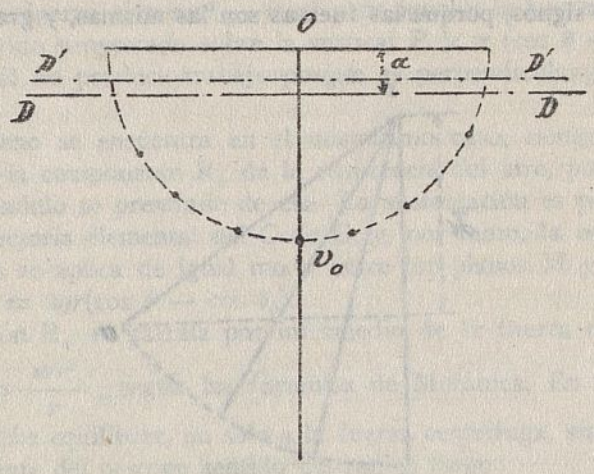


Fig. 7.ª

Veamos la reacción R_a. Su valor es positivo mientras el aeroplano está por debajo de la recta D', que tiene por ecuación $z = \frac{2}{3} a$ (fig. 7.ª)

Si esta recta corta al círculo por debajo de su centro O, la velocidad se anula antes que la reacción, y el aparato se sale del rizo en un resbalón de cola mezclado de desplome. Si corta al círculo en puntos a los cuales llega el aparato con velocidad ($a > 0$), la reacción se anula antes de que se anule aquélla y el aparato describe una parábola de eje vertical que tiene en D' la misma tangente y el mismo radio de curvatura que el círculo.

Cuando $a > 0$, la recta D'D', cuya ecuación es $z = \frac{2}{3} a$, se encuentra por encima de la recta DD; la reacción no se anula nunca, porque antes sobreviene una pérdida de velocidad que saca el aparato del rizo. Si $a < 0$, la recta D'D' está debajo de DD. Para que la reacción no

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

se anule, es necesario y suficiente que D'D' no corte el círculo; es decir, que $\frac{2}{3}\,a < -r$; y puesto que $a = r - \frac{v_0^2}{2g}$, resulta

$$\frac{2}{3}\,r - \frac{v_0^2}{3g} < -r \qquad \frac{5}{3}\,r < \frac{v_0^2}{3g} \qquad v_0^2 > 5gr$$

En resumen: se ve que la reacción no se anula en los dos casos siguientes: $v_0^2 < 2gl$, oscilaciones del péndulo por debajo del centro; resbalamiento de cola en el aeroplano mezclado de un desplome vertical; $v_0^2 > 5gl$, movimiento de revolución con reacción positiva en el péndulo, rizo completo en el aeroplano.

Teóricamente, basta, para la ejecución del rizo, que $\frac{v_0^2}{2g}$ tenga un valor entero. Después de un picotazo, cualquier aparato puede describir el círculo vertical. Si tomamos como punto de partida el dato que nos suministra Barber para la velocidad inicial $v_0 = 1{,}25v$, y suponemos que la velocidad en régimen normal de vuelo sea 150 kilómetros por hora (41 metros por segundo), después del picotazo, y al empezar a encabritar, su velocidad es de 50 metros por segundo.

El radio del "looping" será $r = \frac{50^2}{5 \times g} = \frac{2.500}{50} = 50$ metros, y la circunferencia recorrida, $3{,}14 \times 100 = 314$ metros.

En la parte superior al rizo, la velocidad es

$$\sqrt{2g\left(-r + \frac{3}{2}\,r\right)} = \sqrt{gr} = \sqrt{500} = 22 \text{ metros;}$$

velocidad menor que la de régimen. Suponiendo una velocidad media de 36 metros, su duración sería de 8 segundos; pero los cálculos rigurosos exigen la integración de la función $v^2 = 2g \times (z + 1)$, que resulta complicada.

Sin embargo de que la ecuación del rizo es idéntica a la del péndulo, la reacción R_s no es la misma, a menos que la incidencia varíe. Se comprende que así sea porque en el aeroplano la reacción es proporcional al cuadrado de la velocidad y se anula con ella de manera que no puede presentarse el caso, como en el péndulo (o mejor, la onda) de que siendo nula, la reacción tenga un valor positivo.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Para que las reacciones se identifiquen, la ecuación de condición es: $k_s \times S \times v^2 = \frac{3mg}{r}\left(\frac{2}{3}a \pm z\right)$, y sustituyendo en vez de v^2 su valor $2g(a \pm z)$, resulta: $k_s \times S \times 2g(a \pm z) = \frac{3mg}{r}\left(\frac{2}{3}a \pm z\right)$ $k_s = \frac{3}{2}\frac{m}{r \times S} \times \frac{\frac{2}{3}a \pm z}{a \pm z}$; ecuación que da la incidencia necesaria.

Cuando a es muy grande con respecto a z (v_0 grande), la fracción $\frac{\frac{2}{3}a \pm z}{a \pm z}$ casi no cambia de valor, y la incidencia se conserva poco más o menos constante; pero si $a = \frac{3}{2}r$ la fracción varía desde $\frac{2r}{\frac{5}{2}r} = \frac{4}{5}r$ hasta 0, y, por tanto, la incidencia puede llegar a ser nula en lo alto del rizo. k_s varía del siguiente modo:

Para $a\ \frac{3}{2}z$ $z = r$ $k_s = \frac{3}{2}\frac{m}{r \times S} \times \frac{2r}{\frac{5}{2}r} = \frac{6}{5}\frac{m}{r \times S}$

$$z = 0 \quad k_s = \frac{m}{r \times S}$$

$$z = -r \quad k_s = 0.$$

$$a = 2r \quad z = r \quad k_s = \frac{3}{2}\frac{m}{r \times S} \times \frac{\frac{7}{3}r}{3r} = \frac{7}{6}\frac{m}{r \times S}$$

$$z = 0 \quad k_s = \frac{m}{r \times S}$$

$$z = -r \quad k_s = \frac{3}{2}\frac{m}{r \times S} \times \frac{\frac{1}{3}r}{r} = \frac{1}{2}\frac{m}{r \times S}$$

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

$$a = 3r; \quad z = r; \quad k_s = \frac{3}{2}\,\frac{m}{r \times S}\,\frac{3r}{4r} = \frac{9}{8}\,\frac{m}{r \times S}$$

$$z = 0; \quad k_s = \frac{m}{r \times S}$$

$$z = -r; \quad k_s = \frac{3}{2}\,\frac{m}{r \times S} \times \frac{r}{2r} = \frac{3}{4}\,\frac{m}{r \times S}$$

Esta clase de rizo se diferencia del ejecutado por un exceso de potencia (fig. 1.ª), en que el ángulo de incidencia no es constante. A medida que v_0 crece, a aumenta y k_s tiende a igualarse en todo el rizo tomando como valor único $\frac{m}{r \times S}$. Esta observación nos permite calcular otra vez el diámetro del "looping" sin hacer uso del dato suministrado por Barber respecto a v_0. En efecto: igualando el valor de k_s correspondiente a la incidencia i que se quiera a $\frac{m}{r \times S}$ se deduce r.

Supongamos $k_s = 0{,}07 \quad i = 10^0 \quad r = \frac{P}{g \times 20 \times 0{,}07} = 57$ m., suponiendo que P = 800 kilos y S = $20m^2$ $\quad v_0 = 48$ m. por segundo.

Barber hacía, por lo visto, sus rizos con una gran incidencia media, y así conseguía cerrarlos según su deseo.

El trabajo de las alas en un rizo Barber sería $1{,}25^2 \times \frac{k_s}{k_{se}}$, mayor que el ordinario, siendo k_{se} la sustentación económica. Para $k_s = 0{,}07$, y $k_{se} = 0{,}03$, las alas trabajarían 3,65 veces más que de ordinario; pero este trabajo depende por mucho del valor de v_0 y de la incidencia que determine el piloto encabritando.

Hemos visto que el radio mínimo de una virada es $\frac{v_0^2}{g}$; se ve que el "looping" puede cerrarse aún más, pues el suyo es $\frac{v_0^2}{g}$, y aún más pequeño si la incidencia es grande, cosa natural, porque durante la ejecución del rizo las alas no dejan nunca su posición horizontal y la reacción del aire es siempre opuesta en dirección a la fuerza centrífuga, mientras que en una virada esta reacción tiene que descomponerse en dos sentidos para equilibrar, por una parte, a la gravedad, y por otra, a esa fuerza centrífuga.

Para darse mejor cuenta de la teoría del rizo, conviene no olvidar

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

que $\frac{v^2}{2g}$ es la altura a que llega sobre la superficie de la tierra un objeto animado de la velocidad inicial v; de manera que la condición $v_0^2 > 5gr$ equivale a establecer que el aeroplano, sin necesidad del motor y lanzado hacia arriba con la velocidad v_0, alcanzaría la altura $\frac{5}{2}r$, o sea, dos veces y media el radio. Por esto, dijimos antes que, teóricamente, cualquier velocidad es útil para ejecutar el rizo, ya que r puede reducirse cuanto se quiera; pero no olvidemos que la teoría ha sido establecida partiendo de la nulidad de R_a resistencia del aire paralelamente a la trayectoria, condición que está tan lejos de realizarse cuanto que implicaría la imposibilidad de volar."

Seguidamente se pasó a la lectura de un trabajo del Sr. Herrera, que se publica a continuación, lectura que fué efectuada por el Sr. CARACCIOLO en nombre de su autor, ausente por ineludibles deberes.

"LOS PROPULSORES DE REACCION

Por D. Emilio Herrera y Linares, *Comandante de Ingenieros.*

Inconvenientes de los propulsores de Aviación actuales.

El sistema motopropulsor empleado universalmente en la Aviación (hélice aérea movida por motor de explosión) constituye un defectuosísimo medio de transformar la energía potencial almacenada en el combustible que se lleve a bordo, en el trabajo de penetración dentro de la masa aérea y en la energía cinética y potencial de la aeronave, según la velocidad y altura alcanzadas.

La combustión de un kilogramo de gasolina desarrolla 11.300 calorías, que equivalen a 18 caballos-hora; sin embargo, los motores de explosión de mejor rendimiento desarrollan solamente 4 caballos-hora al freno por cada kilogramo de gasolina consumida, de los cuales sólo se aprovechan 3 caballos-hora como trabajo útil de propulsión del aeroplano, por no exceder del 75 por 100 el rendimiento de las hélices aéreas para las velocidades de traslación usadas en la Aviación actual. Por lo tanto, de la energía desarrollada por el combustible, se gastan cinco sextas partes en pura pérdida (calentamiento del motor, vibraciones, rozamientos, temperatura de los gases de escape, producción de remolinos en el aire ambiente, etcétera), y se aprovecha únicamente una sexta parte como trabajo útil de propulsión, sin contar con que,

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

para evitar el efecto perjudicial del calentamiento del motor a que da lugar parte de la energía perdida, se hace necesario recurrir al empleo de radiadores de superficie que aumentan la resistencia al avance del conjunto del aeroplano y constituyen una nueva causa de pérdida de rendimiento. Es decir, que la mayor parte de la energía del combustible empleado se pierde; otra parte se consume, originando efectos perjudiciales que hay que destruir a costa de otra parte de esta energía, y, por último, una mínima parte se aprovecha en trabajo útil de propulsión.

En un trabajo de Heirmann sobre el rendimiento de los motores de explosión, se demuestra que, llevando la compresión de los gases carburados y las temperaturas inicial y final de los productos de la explosión al límite admisible, dados los materiales de que se dispone en la actualidad, el rendimiento del motor no puede exceder del 40 por 100; de modo que, contando con el rendimiento de la hélice aérea, no podrá aprovecharse como trabajo útil más que el 30 por 100 de la energía desarrollada.

Los inconvenientes del actual sistema motopropulsor no se limitan a su escaso rendimiento; el motor, además del complicado mecanismo que lo constituye, necesita el funcionamiento de distintas partes esenciales y accesorias (carburadores, magnetos, bujías, bombas de circulación de agua, aceite y gasolina, radiadores, ventiladores, tuberías, conductores eléctricos, etcétera), la mayoría de ellas constituidas por piezas delicadas, de las que basta que una deje de funcionar para que sobrevenga la avería del motor. La hélice, para tener buen rendimiento, ha de tener su paso, superficie y diámetro adaptados a la potencia, número de revoluciones, velocidad de traslación y densidad del aire en que se navegue, disminuyendo el rendimiento máximo que puede obtenerse al aumentar la velocidad y la altura de navegación.

La gran velocidad periférica que hay que imprimir a sus palas hace trabajar peligrosamente a su material; cualquier defecto en su centrado o en su simetría produce vibraciones que pueden comprometer la solidez del aeroplano, y el más pequeño obstáculo que encuentran sus palas basta para ocasionar su rotura, y ésta lleva consigo, generalmente, un accidente de graves consecuencias (1).

Con todos estos inconvenientes del estado actual del sistema moto-

(1) Una hélice de dos palas, de 2,60 m. de diámetro, pesa, aproximadamente, 12 Kg., y, si gira a 1.500 r. p. m., la tracción de cada pala sobre la otra es de 7 toneladas, por lo que la rotura de una, o de parte de ella, origina un desequilibrio en las fuerzas que actúan sobre el aeroplano que puede ocasionar incluso su destrucción en el aire.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

propulsor constituido por hélice aérea y motor, y con las dificultades que para su perfeccionamiento se prevén en el porvenir, es natural que la atención de los Ingenieros se haya fijado en el empleo de los propulsores de reacción para la Aviación, cuyas ventajas en sencillez y seguridad de funcionamiento se aprecian con sólo observar el movimiento de un cohete; ejemplo vulgar y rudimentario de lo que constituiría el propulsor de reacción.

Algunos estudios sobre esta clase de propulsores tenemos a la vista; pero unos de ellos, hechos con poco detenimiento, y otros, basados en cálculos erróneos, creemos que son insuficientes, dada la importancia que tendría para la navegación aérea la resolución de este problema, por lo que, en este trabajo, nos proponemos, no llegar a obtener la solución, empresa muy superior a nuestras escasas fuerzas, sino desbrozar un poco el camino que otros han abandonado en los primeros obstáculos encontrados, con lo que quizá, una vez vencidos éstos, vislumbremos la posibilidad de hacerlo viable requiriendo el auxilio de la experimentación y del estudio de Ingenieros especializados en este sentido.

Definición y clasificación de los propulsores de reacción.

Consideraremos como propulsores de reacción a aquellos que utilizan como fuerza motriz la reacción producida en un depósito por la salida de un flúido contenido a presión en él.

La energía que origina el movimiento de este flúido puede proceder de la almacenada en forma potencial en el mismo propulsor, o de la desarrollada por la combustión, en el aire ambiente, de materiales contenidos en el mismo propulsor. Según esta consideración, podemos dividir a los propulsores de reacción en dos grupos: de energía interna y de combustión.

Cálculo de los propulsores de reacción, de energía interna.

Supondremos primero el caso más sencillo: un propulsor de energía interna funcionando en el vacío.

Estando establecido el régimen de salida constante y siendo: V la velocidad de salida del flúido, M la masa que sale por unidad de tiempo, y F la reacción que sufre el propulsor, según el teorema de las cantidades de movimiento, tendremos:

$$F = MV$$

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

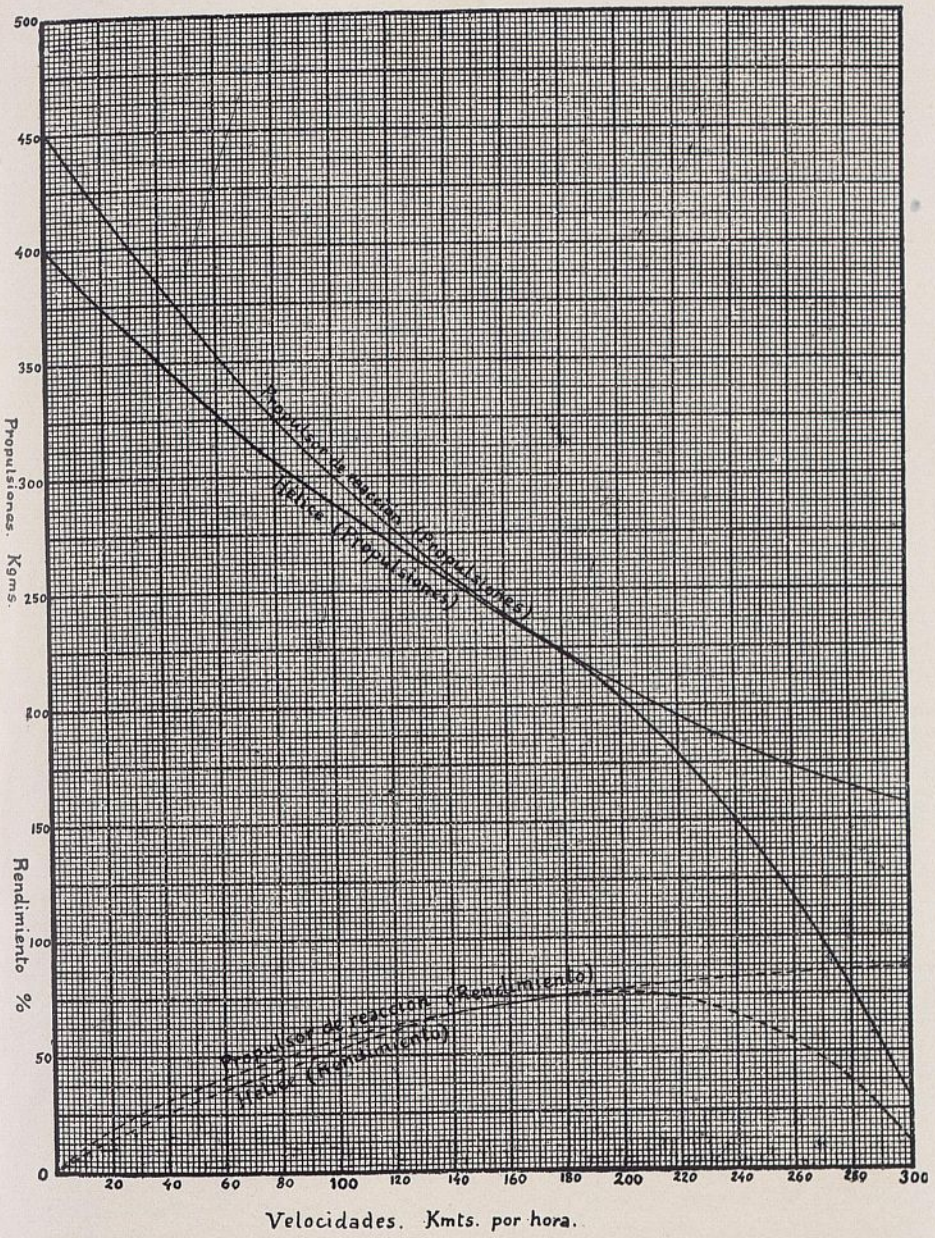


Fig. 1.

Gráfico de propulsiones y rendimiento de un propulsor de reaccion de 200 HP. y de una hélice aérea de igual potencia.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

puesto que la impulsión de una fuerza en la unidad de tiempo es igual a ella misma.

El trabajo empleado en producir esta fuerza durante la unidad de tiempo, o sea, la potencia del propulsor, es: $\frac{1}{2} MV^2$; y si suponemos que la potencia específica, o cantidad de energía que contiene la unidad de peso de la materia desprendida, es igual a n, tendremos:

$$gMn = \frac{1}{2} MV^2$$

de donde:

$$F = \frac{2gMn}{V}$$

pero

$$V = \frac{F}{M}$$

luego:

$$F = \frac{2gM^2n}{F} \quad F^2 = 2gM^2n \quad F = M\sqrt{2gn} \quad \text{y} \quad \frac{F}{gM} = \sqrt{\frac{2n}{g}}$$

lo que nos dice que la relación entre la propulsión obtenida y el consumo de materia proyectada por unidad de tiempo es igual a la raíz cuadrada del doble de la potencia específica de esta materia dividido por la aceleración de la gravedad.

Si ponemos esta misma relación en función de la velocidad V de proyección, tendremos:

$$\frac{F}{gM} = \frac{V}{g}$$

De estas fórmulas se deducen dos consecuencias importantes que caracterizan a esta clase de propulsores, diferenciándoles de todos los demás:

1.ª Estos propulsores son los únicos que crean una fuerza motriz en el vacío, sin necesidad de punto de apoyo. Esto no se opone al principio de la conservación del centro de gravedad, porque la fuerza motriz creada es interior al conjunto de propulsor y materia proyectada, cuyo centro de gravedad queda inalterable si no actúan sobre él fuerzas exteriores, aunque el propulsor se mueva en sentido contrario a la materia proyectada.

2.ª Estos propulsores son los únicos que crean una fuerza motriz de intensidad independiente de la velocidad de que están animados. Esto no se opone al principio de la conservación de la energía, porque a

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

cualquier velocidad v del propulsor hay igualdad entre la energía desarrollada $\frac{1}{2} MV^2$ y la suma de las absorbidas por el movimiento del propulsor y el incremento de la energía cinética del flúido desprendido, cuya velocidad pasa de v a $(V - v)$, como se demuestra en la siguiente ecuación:

$$Fv + \frac{1}{2} M (V - v)^2 - \frac{1}{2} Mv^2 =$$

$$= MVv + \frac{1}{2} M (V^2 + v^2 - 2 Vv) - \frac{1}{2} Mv^2 = \frac{1}{2} MV^2$$

De estas consecuencias se deduce que la mayor ventaja de estos propulsores consiste en su aplicación a la locomoción a grandes velocidades, o en atmósfera muy enrarecida, y son los únicos que pueden resolver el sugestivo problema de la navegación extraterrestre, dando justificación al verso de Virgilio: "Sic itur ad astra", que la Aeronáutica, algo atrevidamente en la actualidad, ha adoptado como lema.

El rendimiento mecánico r de estos propulsores está dado por la relación entre el trabajo útil desarrollado por unidad de tiempo: $Fv = MVv$, y la energía consumida en este tiempo $\frac{1}{2} MV^2 = gMn$, obteniéndose:

$$r = \frac{MVv}{Mgn} = \frac{Vv}{gn} = v \sqrt{\frac{2}{gn}} = \frac{2v}{V}$$

con lo que puede darse el extraño caso, aparentemente absurdo, de que el rendimiento sea mayor que la unidad, cuando la velocidad de traslación es mayor que la mitad de la de proyección. Por lo que hemos visto anteriormente, este resultado es lógico, porque, en este caso, el trabajo útil está obtenido, no solamente a expensas de la energía potencial de la materia proyectada, sino de parte, o del total, de la energía cinética que esta materia contenía antes de ser expulsada.

El consumo de materia por unidad de trabajo útil sería:

$$\frac{gM}{MVv} = \frac{g}{Vv} = \frac{1}{v} \sqrt{\frac{g}{2n}}$$

Comparación entre los propulsores de reacción, de energía interna, y la hélice aérea movida por motor de explosión.

Una hélice aérea, trabajando al nivel del mar, da una propulsión a punto fijo, igual, aproximadamente, a un número de kilogramos doble del número de caballos HP. del motor; y como el consumo de gasolina

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

es igual a 0,25 HP. kilogramos por hora, o sea, $\frac{1}{14.400}$ HP. kilogramos por segundo, podremos establecer que, para estos propulsores, la relación:

$$\frac{F}{gM} = \frac{2 \text{ HP.}}{\frac{1}{14.400} \text{ HP.}} = 28.800$$

Para que un propulsor de reacción, trabajando en el vacío, pueda dar una fuerza semejante con igual consumo de materia expulsada, es necesario que ésta salga con una velocidad $V = 28.800g = 288$ Km. por segundo, lo que exige una potencia específica $n = (28.800)^2 \frac{g}{2} =$ $= 4.147$ millones de kilográmetros por kilogramo $= 9.700.000$ calorías.

Estas cifras fabulosas, incomparablemente mayores que las de los más poderosos explosivos conocidos, nos demuestran que, actualmente, es irrealizable un propulsor de reacción, de energía interna, que pueda crear una fuerza comparable con la que da una hélice aérea, a punto fijo y a igualdad de peso consumido.

Si el propulsor está en marcha, el grupo hélice aérea-motor de explosión da un rendimiento mecánico aproximadamente igual a un sexto, hasta velocidades de traslación de 50 m. por segundo, o sea, 180 Km. por hora; pero, para esta velocidad, el propulsor de reacción da un rendimiento: $r = 50\sqrt{\frac{2}{gn}} = \frac{100}{V}$; y bastaría que V fuera menor de 600 m. por segundo para que el rendimiento del motor de reacción fuera superior al del propulsor hélice; pero hay que tener en cuenta que para $V = 600$ m. se consumirían $\frac{10}{600 \times 50} = \frac{1}{300}$ de kilogramo por kilográmetro útil, mientras que el propulsor motor-hélice sólo consume $\frac{0,25}{75 \times 3.600 \times 0,75} = \frac{1}{810.000}$, o sea, 270 veces menos.

Si los comparamos con relación al consumo de materia por unidad de trabajo útil producido, para que el propulsor de reacción iguale al grupo motor-hélice es necesario que $\frac{g}{Vv} = \frac{1}{810.000}$; y si $v = 50$ m. por segundo, V tendrá que ser 162 kilómetros por segundo; velocidad igualmente inaccesible a los medios de que se dispone actualmente.

Vemos que el problema de hacer práctico el empleo del propulsor

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

de reacción, de energía interna, estriba en encontrar una materia que pueda proyectarse con velocidades enormemente superiores a las que se obtienen hoy día; y la única solución que puede preverse para el porvenir es la aplicación de las substancias radioactivas, que, como sabemos, emiten radiaciones materiales a velocidades comparables con la de la luz y constituyen almacenes de energía de potencia específica muy superior a la necesaria para dar solución a los propulsores de reacción.

Desgraciadamente, en la actualidad esta aplicación es irrealizable, no solamente por la escasez y carestía de estas substancias, sino porque no se conoce el medio de activar la intensidad de la radiación, haciendo que la energía que contienen, cuyo desprendimiento dura muchos siglos, sin producir apenas efectos aparentes, pueda desarrollarse en horas, dando lugar a esfuerzos intensos utilizables para la propulsión de aeronaves.

Cálculo de los propulsores de reacción, de combustión.

En estos propulsores, la materia proyectada está compuesta de dos partes de distinta procedencia: una, la del combustible, y otra, la del aire tomado del ambiente y expulsado después de intervenir en la combustión.

Si suponemos el propulsor animado de la velocidad v, y llamamos c y a a los pesos de combustible y aire expulsados por segundo, tendremos la ecuación de las cantidades de movimiento expresada en la siguiente forma:

$$F = \frac{c+a}{g} V - \frac{a}{g} v$$

El trabajo desarrollado a costa de la energía de la combustión, que suponemos igual a n por kilogramo de combustible, será:

$$nc = \frac{c+a}{2g} V^2 - \frac{a}{2g} v^2$$

De aquí deducimos que la propulsión F obtenida será:

$$F = \frac{1+\frac{a}{c}}{g} V - \frac{a}{c}\frac{v}{g} \qquad F = \sqrt{(c+a)\left(2\frac{nc}{g} + a\frac{v^2}{g^2}\right)} - a\frac{v}{g}$$

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

y la relación entre la propulsión y el peso de combustible que se consume por segundo:

$$\frac{F}{c} = \sqrt{\left(1 + \frac{a}{c}\right)\left(2\frac{n}{g} + \frac{a}{c}\frac{v^2}{g^2}\right)} - \frac{a}{c}\frac{v}{g}$$

Vemos que esta relación crece indefinidamente aumentando la proporción entre aire y combustible, pero que ya no es independiente de v, sino que disminuye al aumentar esta velocidad.

En punto fijo se tiene:

$$\frac{F}{c} = \sqrt{\left(1 + \frac{a}{c}\right)2\frac{n}{g}}$$

El rendimiento mecánico de estos propulsores es igual a:

$$r = \frac{Fv}{nc} = \frac{Vv}{gn} + \frac{a}{c}\frac{v(V - v)}{gn} =$$

$$= \sqrt{\left(1 + \frac{a}{c}\right)\left(2\frac{v^2}{ng} + \frac{a}{c}\frac{v^4}{n^2g^2}\right)} - \frac{a}{c}\frac{v^2}{ng}$$

que también crece con la proporción $\frac{a}{c}$ del aire al combustible.

El trabajo útil producido por un kilogramo de combustible consumido es igual a:

$$\frac{Fv}{c} = \frac{Vv}{g} + \frac{a}{c}\frac{v(V - v)}{g} =$$

$$= \sqrt{\left(1 + \frac{a}{c}\right)\left(2\frac{nv^2}{g} + \frac{a}{c}\frac{v^4}{g^2}\right)} - \frac{a}{c}\frac{v}{g}$$

Comparación entre los propulsores de reacción, de combustión, y la hélice aérea movida por motor de explosión.

Ya hemos visto que el grupo motor-hélice da, a punto fijo, una relación entre la propulsión y el peso de combustible consumido por segundo, igual a 28.800. Para que el propulsor de reacción dé igual coeficiente, tendrá que verificarse que:

$$\sqrt{\left(1 + \frac{a}{c}\right)2\frac{n}{g}} = 28.800.$$

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Substituyendo en esta fórmula el valor de n para la gasolina, que es igual a 4.800.000 kilográmetros, tendremos:

$$\sqrt{\left(1+\frac{a}{c}\right)2\,\frac{4.800.000}{10}}=28.800 \qquad \frac{a}{c}=863.$$

Para una velocidad v de traslación, de 50 m. por segundo, el rendimiento del grupo motor-hélice no pasa de $^1/_6$, y el de un propulsor de reacción, de combustión, es:

$$2.500\left(\sqrt{\left(1+\frac{a}{c}\right)\left(\frac{2}{4.800.000\times 10\times 2.500}+\frac{a}{c}\,\frac{1}{100\times 2.304\times 10^{10}}-\frac{a}{c}\,\frac{1}{48\times 10^{6}}\right)}\right)$$

Para que ambos sean iguales, $\frac{a}{c}$ tiene que ser igual a 280.

La cantidad de aire necesario para la combustión de un kilogramo de gasolina pesa aproximadamente 19 Kg.; y si los vapores de esencia se diluyen en 280 veces su peso de aire, difícilmente llegaría a producirse la combustión por grande que fuera la compresión a que se sometiera la mezcla; por lo tanto, para que por la combustión de un kilogramo de esencia se arrastren 280 Kg. de aire, la mezcla carburada que entre en la cámara de combustión deberá contener aire y gasolina en proporción de 19 a 1, y una vez producida la combustión, los gases del escape deberán arrastrar catorce veces su peso del aire ambiente, para lo cual podrá emplearse un difusor formado de anillos concéntricos de diámetro creciente en cada uno de los cuales la corriente interior arrastre el aire ambiente de modo análogo a los inyectadores de las calderas de vapor.

Hay que tener en cuenta que hemos supuesto que en el propulsor de reacción no hay pérdidas térmicas a través de las paredes de las cámaras y tuberías, ni mecánicas en los mecanismos necesarios para la compresión de la mezcla y en el rozamiento de los gases con las paredes, y que toda la energía calorífera desarrollada en la combustión se transforma en cinética comunicada a los gases del escape y al aire ambiente que arrastren; y estas pérdidas han de existir aunque, por la mayor sencillez del propulsor de reacción, han de ser muy inferiores a las que sufre un motor de explosión. Sin embargo, vamos a suponer que alcanzan el mismo valor, y, en esta hipótesis, a calcular la propulsión y los elementos de un propulsor de reacción, de combustión, de 200 HP.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Cálculo de un propulsor de reacción, de combustión, de 200 HP.

Conforme se ha dicho, supondremos que el gasto horario de gasolina de este propulsor es igual al de un motor de explosión de 200 HP., que desarrollan 54 millones de kilográmetros, o sea: $n = 1.000.000$.

Para que este propulsor produzca igual reacción a 50 m. por segundo que una hélice aérea a la misma velocidad de traslación, tendrá que verificarse:

$$\frac{3.600}{54}\,0{,}75\,\frac{200 \times 75}{50} =$$

$$= \sqrt{\left(1 + \frac{a}{c}\right)\left(2\,\frac{1.000.000}{10} + \frac{a}{c}\,\frac{2.500}{100}\right)} - \frac{a}{c}\,\frac{50}{10} = 15.996$$

o sea: $\frac{a}{c} = 4.494$.

Dando a $\frac{a}{c}$ el valor 4.500 para simplificar los cálculos, la propulsión obtenida en función de la velocidad v de traslación, estará dada por la fórmula siguiente:

$$F = \frac{54}{3.600}\left[\sqrt{4.501\left(200.000 + 4.500\,\frac{v^2}{100}\right)} - 4.500\,\frac{v}{10}\right]$$

que puede ponerse bajo la forma más sencilla:

$$F = 15\left(\sqrt{900 + 0{,}2v^2} - 0{,}45v\right)$$

En el gráfico de la figura 1 se ha trazado la curva de las propulsiones correspondientes a distintos valores de v, y la que da un propulsor de hélice aérea con motor de 200 HP. Puede verse fácilmente la gran ventaja en rendimiento del propulsor de reacción, especialmente para las grandes velocidades de traslación, en que la propulsión de la hélice aérea se anula rápidamente.

La velocidad de proyección de los gases será:

$$V = \sqrt{\frac{20.000.000 + 4.500v^2}{4.501}}$$

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

que, aproximadamente se puede establecer en la siguiente fórmula:

$$V = \sqrt{4.444 + v^2}$$

en que, para $v = 0$, $V = 67$ m. por segundo, y para $v = 50$, $V = 84$ m.

La cantidad de gases producto de la combustión, que salen por segundo, son: $\frac{20 \times 54}{3.600} = 0{,}3$ Kg., y siendo s la sección del tubo de escape y δ la densidad de los gases en el momento de su salida, tendremos: $sV\delta = 0{,}3$; luego, estando el propulsor a punto fijo, $s\delta = \frac{0{,}3}{67}$ y marchando a 50 m. por segundo, $s\delta = \frac{0{,}3}{84}$.

El valor de δ depende de la compresión inicial a que se haya sometido la mezcla de aire y gasolina en la cámara de combustión, puesto que, siendo ésta de volumen constante desde que termina la compresión hasta que comienza el escape, la combustión no puede producir variación en la densidad.

Para que la combustión sea lo más rápida y perfecta, conviene elevar todo lo posible la compresión inicial de la mezcla; pero ésta no puede pasar de una reducción de volumen igual a un séptimo, porque, para este grado de compresión, suponiéndola adiabática y partiendo de la presión atmosférica y temperatura de 20° centígrados, la presión absoluta obtenida es: $7^{1{,}41} = 15{,}5$ atmósferas, y la temperatura absoluta $7^{0{,}4} \times 293 = 638°$, o sean, 365° centígrados, y a esta temperatura comienza a producirse la autocombustión de la mezcla.

Como en estos propulsores no tiene gran importancia que la combustión se produzca en un momento preciso del ciclo, con tal que la válvula de escape se abra automáticamente al producirse la combustión, podremos elevar la compresión hasta producir el autoencendido, con lo cual se puede suprimir el encendido eléctrico con todos sus inconvenientes.

Adoptando el valor 7 como coeficiente de compresión, δ será siempre inferior al peso del metro cúbico de mezcla comprimida $= 7 \times 1{,}37 = 9{,}59$ (siendo 1,37 el peso del metro cúbico de aire carburado a la presión atmosférica), puesto que los gases sufren su expansión en el momento de la salida.

El área necesaria para el tubo de escape tendrá un valor mínimo:

$s = \frac{0{,}3}{67 \times 9{,}59} = 4{,}7$ centímetros cuadrados, trabajando a punto fijo, y

$s = \frac{0{,}3}{84 \times 9{,}59} = 3{,}7$ cm.^{2} marchando a 50 m.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Esquema de un propulsor de reaccion, de combustion.

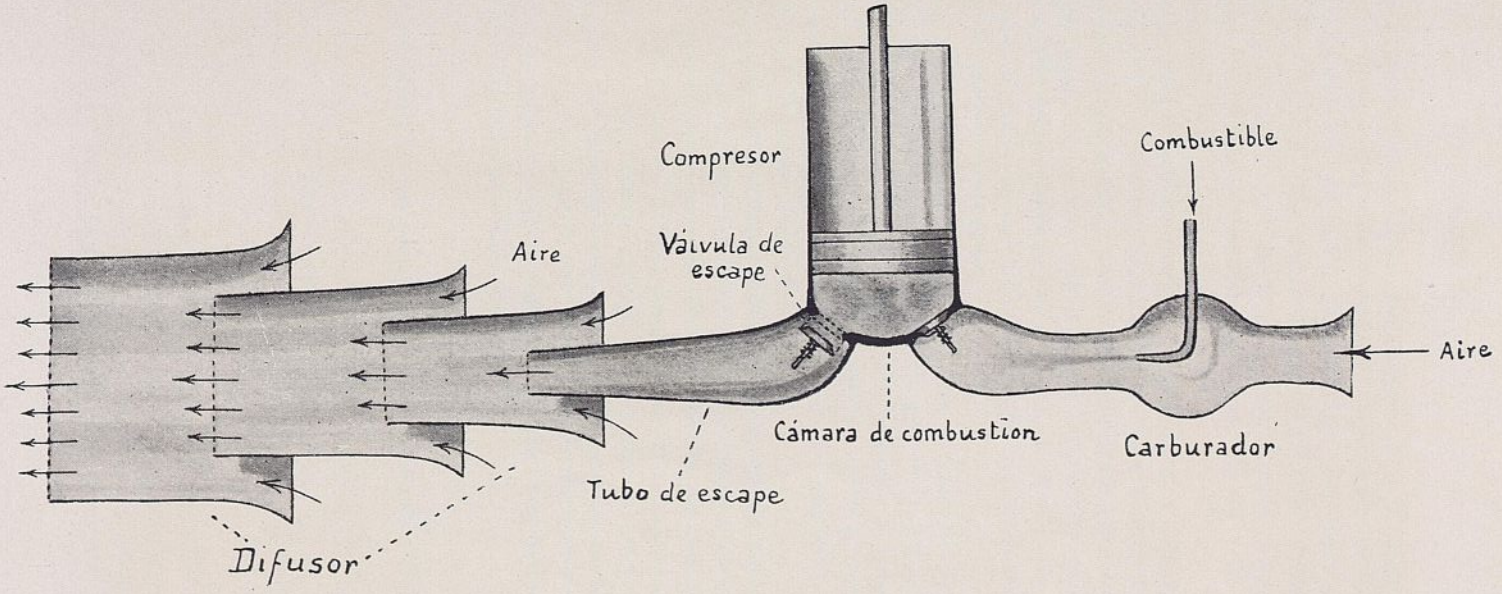


Fig. 2.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

La fuerza de propulsión F es igual, evidentemente, a la presión interior expresada en kilogramos por centímetro cuadrado, multiplicada por el área de la sección del orificio de salida; luego para tener a punto fijo una fuerza F = 450 Ks. con una sección de 4,7 cm.², o una fuerza F = 225 Ks. con una sección de 3,7 cm.² marchando a 50 m. por segundo, haría falta tener unas presiones efectivas de 95 y 61 atmósferas, respectivamente.

Estas presiones son excesivas porque darían lugar a temperaturas absolutas muy elevadas y, además, el peso de la cámara de combustión sería demasiado grande para tener resistencia suficiente para soportarlas; pero hay que tener en cuenta que la expansión de los gases a la salida hace disminuir considerablemente el valor de δ del que hemos considerado, y, por lo tanto, la sección del orificio de salida podrá ser mayor, y menor la presión necesaria.

Para una sección de 9 cm.², bastaría con una presión de 50 atmósferas a punto fijo, y 25 atmósferas a 180 Km. por hora, para obtener las propulsiones calculadas. Estas presiones son análogas a las que sufren los motores de explosión ordinarios y corresponden a temperaturas de 2.000 grados centígrados, que son las que se desarrollan en las cámaras de explosión de estos motores.

Para que los gases del escape arrastren en su salida un peso de aire igual a 225 veces el suyo (4.500 veces el de la gasolina consumida), será necesario hacerlos pasar por un difusor en que se establezca el contacto de estos gases con el aire ambiente y le comuniquen su velocidad. La sección máxima de este difusor tendrá que ser 225 veces la del orificio de salida del tubo del escape, o sea, la quinta parte de un metro cuadrado (aproximadamente un círculo de medio metro de diámetro), superficie 26 veces menor que la que necesita una hélice aérea, de tamaño adecuado a esta potencia, para girar.

Composición esquemática de un propulsor de reacción, de combustión

El propulsor de reacción se compondrá, por lo tanto, según el esquema de la figura 2, de las partes siguientes:

1.ª Un carburador ordinario que efectúe la mezcla del aire con la esencia en la proporción de 19 a 1, mediante un surtidor que comunique con el depósito de gasolina.

2.ª Uno, o varios compresores para los gases carburados que reduzca el volumen de ellos a un séptimo, elevando su presión y temperatura hasta producir la autocombustión de la mezcla. La potencia necesaria para su funcionamiento, que sería restituida en su mayor parte

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

por el trabajo útil del propulsor, podría obtenerse a costa de la energía cinética de los gases proyectados, como en el tubo-compresor Rateau.

3.ª Una cámara de combustión de acero al tungsteno, u otro material que resista grandes esfuerzos de extensión y elevadas temperaturas.

4.ª Un tubo de escape que comunique con la cámara de combustión por medio de una válvula que se abra automáticamente al producirse la autocombustión. Es conveniente que la sección de salida sea reglable; pues solamente con la experimentación se podrá obtener el máximo rendimiento en cada caso.

5.ª Un difusor en el que desemboque el tubo de escape y que produzca la mezcla de los gases de la combustión en la mayor cantidad posible de aire ambiente.

Ventajas del propulsor de reacción, de combustión, comparado con la hélice aérea, y conclusión.

Este propulsor, a igualdad de consumo de combustible que el grupo motor-hélice habitual, proporciona mayor fuerza de propulsión, según se ha visto; será probablemente más ligero y más sencillo de funcionamiento; ocupa mucho menos espacio que el que necesita una hélice para girar, sin presentar los peligros ni los inconvenientes de éstas (trepidaciones, roturas, efectos giroscópicos, difícil adaptación a varias velocidades con buen rendimiento, etcétera), y es, esencialmente, superior en rendimiento para el vuelo a grandes velocidades, a grandes alturas (mediante el empleo de tubo-compresor en el carburador, que en los propulsores corrientes necesita el uso de hélices de paso reglable muy difíciles de realizar), y para los grandes aeroplanos, puesto que al aumentar proporcionalmente el tamaño del difusor con relación al del tubo de escape, aumenta también la propulsión sin necesidad de consumir más peso de combustible, teniéndose en cuenta que el tamaño del difusor no está limitado, como en el caso de la hélice, por la fuerza centrífuga que ha de sufrir y que crece con el diámetro.

Hasta aquí lo que hemos podido deducir del cálculo y de los datos experimentales que poseemos; si siguiéramos adelante ideando dispositivos para cada uno de los órganos que componen el propulsor de reacción, las soluciones que propusiéramos serían más o menos adecuadas para un Congreso de Inventores, pero absolutamente desprovistas de interés en un Congreso de Ingeniería, donde sólo han de ser tenidos en cuenta los estudios basados en sólida experimentación.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Con lo expuesto basta para demostrar que el problema del propulsor de reacción no parece presentar dificultades insuperables para ser resuelto; que su resolución tendría una importancia enorme para la navegación aérea, y que conviene que los Ingenieros especializados en estos asuntos contribuyan con nuevos estudios y nuevos datos experimentales a resolverlo prácticamente."

El trabajo que antecede fué discutido por el Sr. LUCINI en cuanto a la ecuación de rendimiento propuesta por el Sr. Herrera, y a la velocidad que tal propulsor debía llevar para que tal rendimiento se mantuviese entre límites prácticos.

Los Sres. CARACCIOLO y BARRON hicieron observar que se trataba de una idea, no de un proyecto completo, y que no sería difícil imaginar disposiciones que salvasen los inconvenientes presentados por el Sr. Lucini.

El Sr. CARACCIOLO acabó la discusión proponiendo que los señores Herrera, Barrón y Lucini estudiasen y proyectasen un "propulsor de reacción" para aeroplano, para el próximo Congreso de Ingeniería.

Finalmente, fué leída por el Sr. MONZON la siguiente Memoria, de la que es autor el Sr. Ortiz Artíñano:

"NOTAS SOBRE LAS MODIFICACIONES A INTRODUCIR EN EL ARANCEL PARA HACER POSIBLE EN ESPAÑA EL EMPLEO DE LOS COMBUSTIBLES DERIVADOS DEL PETROLEO

Por D. José Ortiz Artíñano, *Ingeniero industrial.*

Se trata de conseguir que las tarifas por las que hoy adeudan los productos derivados de la destilación del petróleo, que, por su composición química, no pueden emplearse en motores de explosión ni servir de lubrificantes, es decir, cuyo único empleo sea el de combustibles destinados a quemarse, bien en hogares (calderas, hornos de forja, etcétera), o bien en motores de combustión interna, sean reducidas en tal forma, que su empleo pueda realizarse en competencia ventajosa con la hulla.

La crisis de la producción hullera y el desarrollo creciente del empleo de los motores Diesel, tanto para la navegación, como para la industria terrestre, hace que esta cuestión sea una preocupación seria para los Gobiernos de todos los países; y así lo prueba la nueva ley francesa de 5 de agosto último, que reduce a una cifra nominal, para

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

los efectos del precio total resultante, la tarifa de adeudo de los combustibles derivados del petróleo.

Mayor y más urgente que en otro país cualquiera, con excepción, quizá únicamente, de Italia, debía ser esta preocupación en España, donde las desigualdades del régimen de los ríos y la elevación, probablemente irremediable, del precio de la hulla obliga a considerar el empleo de los motores Diesel para suplir las deficiencias estivales como solución única mientras no se realicen trabajos hidráulicos regularizadores de los caudales disponibles; y nadie puede pensar que esto se haga con la urgencia que las necesidades de la Industria requiere.

Comparación del Arancel español con los extranjeros y, principalmente, con el francés.

En ningún país de Europa se encuentra gravada la introducción de combustibles petrolíferos con tan enormes derechos como en España; y todos ellos, sin embargo, se preocupan de reducir los derechos actuales, por juzgarlos perjudiciales, por su exageración, a los intereses de la Industria y hasta a los del Tesoro.

Es bien conocido el Tratado italorrumano que estableció varios años antes de la declaración de la guerra un derecho de 2 liras en tonelada para los combustibles cuya densidad fuera superior a 0,925 y su tanto por ciento en alquitrán sulfúrico mayor de 15 por 100.

Al amparo de este acertadísimo Convenio, ha podido alcanzar en Italia la construcción del motor Diesel y el empleo de éste su envidiable situación actual.

La ley francesa de 30 de junio de 1893, por lo que a este estudio interesa, dispone lo siguiente:

"TARIFA NUMERO 197.—Aceites de petróleo, de esquistos y otros propios para el alumbrado.—Bruto, más tasa de fabricación de 1,25 francos: Tarifa máxima, 18 francos los 100 kilos; tarifa mínima, 9 francos los 100 kilos. Sobretasas: De origen, 5 francos; de depósito, 5 francos.

"Refinados y esencias.—Tarifa máxima: 25 francos los 100 kilos; tarifa mínima, 10 francos el hectolitro. Sobretasas: De origen, 5 francos; de depósito, 5 francos.

"TARIFA NUMERO 198.—Aceites pesados, residuos de petróleo y de otros aceites minerales: Tarifa máxima, 100 kilos, 12 francos;

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

tarifa mínima, 100 kilos, 9 francos. Sobretasas: De origen, 5 francos; de depósito, 5 francos."

La ley francesa a que anteriormente nos hemos referido, y que ha sido recientemente votada, dice así:

"Artículo 1.º La tarifa de aceites minerales y sus reglas de aplicación resultantes de la ley de 30 de junio de 1893 y de las leyes subsiguientes, quedarán mantenidas bajo las reservas estipuladas en los artículos siguientes:

"Art. 2.º Las fábricas de refinación, destilación, depuración o transformación de productos del petróleo quedarán sometidas a la vigilancia de los empleados de Aduanas a costa de los interesados.

"Los aceites de petróleo bruto no podrán ser importados más que por estos establecimientos. Lo mismo ocurrirá con los aceites de engrase y residuos destinados a ser rectificados, depurados o transformados.

"Art. 3.º Los derechos a percibir sobre los productos que salgan de las fábricas vigiladas serán los siguientes:

"*a*) Para las fábricas que traten productos petrolíferos o esquistosos originarios de países sometidos a la tarifa general:

"Francos 21,50 por 100 kilos neto, comprendida la tasa de refinación para los aceites refinados y esencias.

"Francos 0,75 sobre los residuos destinados a la alimentación de motores, a su combustión en todas formas, a la construcción y entretenimiento de caminos y que respondan a las condiciones reglamentarias.

"Francos 12 por 100 kilos neto sobre los aceites de engrase y otros residuos que los referidos en el párrafo anterior.

"Derechos de la tarifa general sobre parafinas y vaselinas.

"*b*) Para las fábricas que traten productos petrolíferos o esquistosos originarios de países que tienen derecho a la tarifa mínima:

"Francos 11,40 por 100 kilos neto, o francos 9,10 por hectolitro, comprendida la tasa de refinado sobre los aceites refinados y esencias.

"Francos 0,30 por 100 kilos neto sobre los residuos destinados a la alimentación de motores, a su combustión en todas formas y a la construcción y entretenimiento de caminos y respondiendo a las condiciones reglamentarias.

"Francos 9 los 100 kilos sobre los aceites de engrase y otros residuos que los mencionados en el párrafo precedente.

"Derechos de tarifa mínima sobre las parafinas y vaselinas.

"El régimen de brea y cokes será determinado por los decretos previstos en el artículo 6.º

"Art. 4.º Los residuos destinados a la alimentación de motores,

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

a su combustión en todas formas y al entretenimiento de caminos y que respondan a las condiciones reglamentarias, podrán ser introducidos en Francia para su reventa tales como son, sin transformación previa, en las mismas condiciones que los productos refinados. Los derechos a percibir sobre los residuos así introducidos serán los fijados en el artículo 3.º

"ART. 5.º No podrán introducirse en las fábricas productos petrolíferos o esquistosos que paguen derechos de entrada diferentes sino bajo la reserva de almacenaje y tratamiento separado.

"Los productos a los que corresponda pagar sobretasa de depósito u origen pagarán esta sobretasa en el momento de su entrada en fábrica.

"Los residuos destinados a los motores de navío de la Marina militar o mercante serán libres de derechos bajo condiciones que quedarán determinadas por decreto.

"ART. 6.º Los residuos de petróleo o de esquisto no pueden ser importados, salir de fábrica o ser puestos a la venta sino en recipientes en los que se mencione su especificación, características y destino en condiciones que serán fijadas por decreto como se indica en el artículo 7.º

"ART. 7.º Decretos publicados después de oído el parecer del Comité general del Petróleo determinarán las condiciones de aplicación de la presente ley y principalmente las modalidades de la vigilancia, la definición de los residuos, las condiciones de expedición a destinos privilegiados y, en fin, las condiciones a las cuales debe estar supeditada la admisión de los distintos productos en las fábricas intervenidas.

"ART. 8.º Las infracciones a las disposiciones de la presente ley y decretos para su ejecución, se castigarán con multas de 1.000 a 10.000 francos, además del pago de los derechos eludidos."

En el examen del Arancel francés, únicamente debe considerarse la tarifa mínima, pues ella es aplicable a todos los países productores de petróleo, como Estados Unidos, Rusia, Méjico, etcétera.

Consignemos ahora las partidas correspondientes del Arancel español:

"*Número* 19.—Alquitranes y breas de petróleo que contengan más de 60 por 100 de alquitrán sulfúrico y los demás alquitranes y breas minerales, la creosota impura, los asfaltos, betunes y esquistos, 100 kilos, 0,20 pesetas.

"*Número* 20.—Residuos de petróleo llamados también alquitranes,

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

asfaltos y breas de petróleo que contengan del 30 al 70 por 100 de alquitrán sulfúrico, 100 kilos, 12 pesetas.

"*Número* 22.—Petróleos y aceites minerales que dejen por la destilación a 300 grados más de 80 por 100 de residuo, y los residuos de la destilación de petróleo que contengan desde el 10 al 30 por 100 de alquitrán sulfúrico, 100 kilos, 30 pesetas.

"*Número* 23.—Petróleos y aceites minerales que dejen por destilación a 300 grados de 20 a 80 por 100 de residuo, 100 kilos, 25 pesetas.

"*Número* 24.—Dichos que dejen menos de 20 por 100 de residuo, 100 kilos, 37 pesetas.

"*Número* 25.—Oleonaftas, aceites lubrificantes minerales, vaselinas y las mezclas de estos productos con aceites o grasas animales o vegetales, 100 kilos, 40 pesetas.

"*Número* 26.—Bencina y productos semejantes, 100 kilos, 50 pesetas.

"*Número* 27.—Gasolina, 100 kilos, 30 pesetas."

Comparando ahora entre sí los dos Aranceles, salta a la vista, aparte de la elevación de las tarifas españolas, la siguiente observación:

En el Arancel francés, las tarifas son más elevadas a medida que se trata de productos más ligeros, de tal modo, que los aceites aptos para el alumbrado pagan más que los lubrificantes y combustibles, comprendidos estos dos últimos en una sola partida en la ley del 93, que se ha desdoblado en dos en la reciente modificación, manteniéndose la cifra relativa a los lubrificantes y reduciéndose hasta casi la supresión para los combustibles.

En el Arancel español, por el contrario, los lubrificantes pagan más que las esencias.

Tomemos nota de esta observación, porque habrá que tenerla en cuenta en la tercera parte de este escrito.

Observemos además que las tarifas 20 y 22, que son únicamente aplicables a combustibles, con exclusión de esencias y lubrificantes, y cuya reducción, por lo tanto, es la que ahora nos preocupa, son tan absurdamente elevadas, que, aun ahora, prohiben, y mucho más en los tiempos de normalidad en el precio de la hulla, por desconocimiento del motor Diesel, prohibían de una manera absoluta la introducción de estos combustibles.

Nadie pudo pensar, en efecto, y menos cuando la tonelada de hulla valía 30 pesetas en España, en importar combustibles cuyo derecho de entrada fuera de 120 ó 300 pesetas la tonelada, según le fuera aplicada la tarifa 20 o la 22.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

¿Para qué, pues, existen estas partidas? ¿Qué ingreso producen al Estado, o qué industria nacional protegen?

La hullera no, pues para nada necesita de tan exagerada protección; y, en todo caso, más lógico y más inmediato hubiera sido el prohibir o gravar enormemente la introducción de carbones extranjeros.

La petrolera, tampoco, pues, como luego explicaremos, vive al amparo de las partidas 23 y 27, que para nada se relacionan con las 20 y 22.

No encontramos más hipótesis razonable que la de admitir que la elevación enorme de estas tarifas obedece al deseo de evitar fraudes, consistentes en la introducción, bajo tarifa barata, de productos de los que por refinación ulterior pudieran obtenerse aceites lubrificantes.

A este peligro de fraude, pues, tan fácil de prevenir con alguna vigilancia y severidad en el castigo de los contraventores, ha quedado, a nuestro juicio, supeditado un aspecto económico tan interesantísimo de la industria nacional, y así seguirán probablemente las cosas si una campaña enérgica por parte de los industriales perjudicados no consigue hacer variar el Arancel en una forma justa para todos y conveniente para los que nunca han pensado en defraudar a la Hacienda.

Enumeración sucinta de las ventajas que, con el abaratamiento de estos combustibles, se obtendrían.

Todo el mundo está ya convencido de las ventajas inmensas que la utilización de los combustibles petrolíferos obtenidos a un precio razonable reportan quemándolos en hogares y, más aún, empleándolos en el funcionamiento del motor Diesel.

No estará de más, sin embargo, consignar algunos datos que sirvan para reforzar este convencimiento.

Puede asegurarse que, aun a los precios actuales de 350 pesetas la tonelada de aceites pesados derivados de la hulla, mucho más impuros y peores que los petrolíferos, se obtiene, en un horno de forja de marcha intermitente, una economía de más de 50 por 100 con relación al empleo de carbón; calcúlese cuál sería la obtenida si el precio de los combustibles no fuera mayor de 200 pesetas.

En una instalación de reserva de central eléctrica, la economía obtenida por consumo de combustible, referida exclusivamente al tiempo de funcionamiento, es decir, sin incluir el encendido, sería de 60 por 100 con relación al vapor.

De las ventajas que, con el empleo del motor Diesel en la propulsión de buques, se alcanzan, asunto que más directamente interesa y

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

compete al autor de estas líneas, podrá dar idea el estudio económico que a continuación se consigna, y que fué presentado por la Sociedad Española de Construcciones Metálicas, concesionaria en España de las patentes Sulzer, para la construcción de motores Diesel marinos, a los Sres. Ibarra y Compañía, de Sevilla.

Esta Compañía naviera únicamente espera una solución favorable en el asunto de los combustibles que nos ocupa para realizar la transformación referida y extenderla a una gran parte de su flota, si, como todo hace creer, el resultado de la experiencia fuera favorable.

Se trataba de la substitución de la máquina de vapor que actualmente funciona en el vapor "Cabo Roche", viejo casco de hierro de unas 1.100 toneladas de carga, por un motor Diesel tipo Sulzer, de dos tiempos y 420 caballos efectivos.

La instalación motriz actual consiste:

Una caldera de 2.029 pies cuadrados de superficie de calefacción y 80 libras por pulgada cuadrada de presión.

Una máquina de vapor "compound" de $\frac{26 \times 52}{30''}$ de dimensiones de cilindros, con su condensador, bomba de circulación, etcétera.

Una caldereta para el servicio de las maquinillas.

Los puntos principales que se han tenido en cuenta para comparar económicamente las soluciones a vapor y con motor Diesel, son los siguientes:

Consumo de carbón.—El consumo de carbón es de 0,950 kilos por caballo indicado y hora, o sea, 12.500 kilos por día.

En ciento veinte días de navegación por año, el consumo anual sería de 1.500 toneladas de carbón. Esta cantidad debe aumentarse en los gastos para la puesta en marcha de la caldera, maniobras, operaciones de carga y descarga del buque, etcétera.

El carbón gastado por este concepto en los vapores "China" y "Arabia", buques mercantes de larga travesía, es de 10 a 12 por 100 del carbón utilizado exclusivamente para la marcha del buque. En nuestro caso, podemos estimarlo en 15 por 100 gastado en partes iguales en la caldera para la puesta en marcha, etcétera, y en la caldereta para el servicio de maquinillas. El consumo anual de carbón en estas condiciones es de 1.500, más $2 \times 0{,}075 \times 1.500 = 1.725$ toneladas. Al precio actual de 130 pesetas la tonelada, los gastos anuales por este concepto alcanzarían 224.000 pesetas.

Consumo de lubrificante.—El consumo de lubrificante es de:

Aceite de oliva.—1,8 gramos por caballo-hora = 23,6 kilos día = = 2.830 kilos año. Al precio de 1,60 pesetas el kilo, los gastos anuales alcanzan 4.530 pesetas.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Aceite valvolina.—20 gramos por hora = 0,48 kilos día = 58 kilos año. Al precio de 2,46 pesetas kilo, los gastos anuales alcanzan 142 pesetas. Los gastos anuales por consumo de lubrificante suman, por lo tanto, 4.672 pesetas.

SERVICIO DE MÁQUINAS.—El personal empleado en el servicio de máquinas se compone actualmente de DOS maquinistas, UN calderero y TRES fogoneros. El sueldo mensual es de 1.241,50 pesetas, o sea, 14.900 pesetas anuales. Los gastos de manutención del personal de máquinas son de 445,50 pesetas mensuales, o sea, 5.350 por año. Los gastos de conservación y entretenimiento de máquina y calderas son de 13.800 pesetas; la limpieza de la caldera exige al mismo tiempo 800 pesetas, sumando, por lo tanto, el total, por este concepto, pesetas 14.600. Los gastos por aprovisionamiento de carbón por año alcanzan 1.800 pesetas. El agua dulce para las calderas, 256 pesetas.

Para efectuar la comparación de los resultados obtenidos con las dos instalaciones es preciso también contar los gastos por interés y amortización del importe de éstas.

Con los precios actuales, la instalación motriz compuesta de caldera, máquina de vapor, ejes, chumacera de empuje, hélice, condensador, etcétera, cuesta de 650 a 750 pesetas por caballo indicado, o sea, en totalidad, pesetas 375.000.

Con un tanto de interés y amortización de 9 por 100 anual, el importe a tener en cuenta es de pesetas 33.700.

RESUMEN

Interés y amortización	33.700
Gastos de combustible	224.000
Idem de lubrificante	4.672
Sueldos del personal	14.900
Manutención del mismo	5.350
Idem de entretenimiento y limpieza	14.600
Idem de aprovisionamiento de carbón	1.800
Idem de íd. de agua	256
TOTAL (pesetas anuales)	299.278

Con ciento veinte días de navegación a 9 1/2 millas por hora, el recorrido anual sería de 27.400 millas. Con 1.100 toneladas de carga, tenemos en el año 30.000.000 de toneladas milla. Los gastos debidos a

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

la instalación motriz son, por consiguiente, $\frac{299.278 \times 100}{30.000.000}$ = UN céntimo por tonelada-milla.

INSTALACION CON MOTOR DIESEL.—La instalación propuesta consiste en:

Un motor marino tipo Sulzer S. 34 de DOS tiempos y 420 caballos efectivos.

Una caldereta para el servicio de las maquinillas.

De modo análogo a como lo hemos hecho para la instalación por máquina de vapor, determinaremos los gastos ocasionados por la instalación motriz con motor Diesel en la siguiente forma:

CONSUMO DE COMBUSTIBLE.—El consumo garantizado para la fuerza expresada es de 200 gramos por caballo efectivo y hora, o sea, 84 kilos por hora, o sea, 2,05 toneladas por día. Suponiendo también ciento veinte días de navegación por año, el consumo anual sería de 245 toneladas.

Esta cifra debe venir aumentada en la cantidad necesaria para la marcha del motor durante las maniobras del buque en puerto y para producir el vapor necesario al funcionamiento de las maquinillas. La primera cantidad es muy reducida. La cantidad de aceite para la marcha de la caldereta, teniendo en cuenta el mayor poder calorífico del aceite con relación al carbón y el rendimiento superior de su combustión, es, aproximadamente, 50-60 por 100 de la cantidad de carbón gastado en la misma caldereta, o sea, por lo tanto, unas 55 toneladas por año.

El consumo total anual de aceite será, pues, de 245 + 55 = 300 toneladas.

El precio actual del aceite para motores Diesel "Mazut", o residuo de destilación de petróleo bruto, es, según diversas informaciones, en puertos próximos a las regiones petrolíferas, oscilante entre 50 y 65 pesetas la tonelada. En Nueva York cuesta actualmente 70 pesetas; en la India holandesa, 45 a 60. Es muy probable que estos precios se reduzcan en porvenir próximo, pues la Administración de la Marina americana ha recibido últimamente ofertas a 40-50 pesetas en Nueva York o San Francisco, y a 10 pesetas tonelada en puertos mejicanos.

Tomemos para nuestros cálculos el precio de 250 pesetas la tonelada de combustible franco puerto español; y en estas condiciones, la cantidad arriba calculada para consumo anual valdría pesetas 75.000.

CONSUMO DE LUBRIFICANTE.—El consumo garantizado es de 5 gramos por caballo efectivo, descompuesto en 3 gramos de valvolina y 2

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

de lubrificante mineral ordinario. El consumo de valvolina es de 29,50 kilogramos día, ó 3.550 kilogramos anuales. El costo total de los lubrificantes empleados lo estimamos, pues, en 12.450 pesetas por año.

Servicio de máquinas.—El personal para este servicio se compone de dos maquinistas, un ayudante y un calderetero. Con un sueldo mensual de 600 pesetas para los maquinistas, 300 para el ayudante y 250 para el calderetero, los gastos mensuales alcanzan a 1.750 pesetas, y los anuales, a 21.000.

Los gastos de manutención del personal de máquinas los estimamos en pesetas 300 mensuales, o sean, 3.600 por año.

Gastos de conservación y entretenimiento del motor.—El importe de la instalación es, aproximadamente, de 400.000 pesetas, y contando por gastos de conservación, próximamente, de un 3 a un 5 por 100, el importe de esta partida sería de 16.000 pesetas por año.

Los gastos por limpieza de caldera se reducen a los correspondientes a la caldereta, y son, en consecuencia, muy reducidos; lo mismo ocurre con los de aprovisionamiento de combustible, que se hace en virtud de la gravedad o por medio de bombas. No existen gastos de consumo de agua dulce.

Supuesto un tanto por ciento de interés y amortización de 10 por 100 del valor de la misma, el importe correspondiente será de pesetas 40.000.

RESUMEN

Gastos de combustible	75.000
Idem de lubrificante	12.450
Sueldos del personal	21.000
Manutención del mismo	3.600
Entretenimiento de la máquina	16.000
Interés y amortización	40.000
Total (pesetas anuales)	168.050

Vemos, pues, que la utilización del motor Diesel permite la realización de un beneficio de 131.228 pesetas anuales, equivalente a un 44 por 100.

Como se trata, en este caso, de la transformación de un buque ya existente, hemos supuesto que se conserva el accionamiento a vapor de las maquinillas. En una instalación nueva hubiera sido preferible el accionarlas con energía eléctrica generada con un grupo motor semi-Diesel dinamo, y de este modo se hubiera podido reducir hasta unas

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

15 toneladas anuales el consumo de combustible, que hemos calculado en 55.

Otras importantes ventajas existen además de la ya demostrada de economía en el funcionamiento.

La instalación del motor Diesel, por su mayor ligereza y menor espacio ocupado, permite que el buque, con el mismo desplazamiento, transporte una carga bastante mayor.

En efecto: en el caso que estudiamos, no puede estimarse en menos de 150 toneladas de peso del equipo motor a vapor, mientras que el del motor Diesel es solamente de 40. El peso del carbón en carboneras, para un radio de acción de 2.300 millas, es de 180 toneladas, mientras que con el sistema Diesel, el peso del combustible en tanques es solamente de 50 para un radio de acción de 4.400 millas.

Obtenemos, pues, supuesta una existencia en carboneras igual a la mitad de su capacidad, una economía en peso de 175 toneladas, que viene a aumentar la capacidad de carga del buque en un 16 por 100 de la actual.

La instalación a vapor en el "Cabo Roche" ocupa una longitud de 11,8 metros, y la del motor marino solamente 7,4 metros; resultando un aumento de longitud de bodegas de 4,4 metros, que corresponde a un aumento de capacidad cúbica de 180 metros.

Para el buque modificado, y tenido en cuenta la mayor capacidad de carga justificada, el valor de la distancia recorrida anual por la carga será de 34,9 millones de toneladas milla; lo que equivale, tenidos en cuenta los gastos consignados, a un costo de 0,48 céntimos por tonelada-milla.

RESUMEN

	VAPOR	MOTOR
Carga neta (toneladas).....	1.100	1.275
Peso de la instalación motriz (ídem).....	150	40
Peso del combustible (ídem).....	180	50
Radio de acción (millas).....	3.300	4.400
Gastos anuales de combustible (pesetas)....	224.000	75.000
Gastos anuales de lubrificante (ídem).....	4.672	12.450
Sueldo del personal de máquinas (ídem)....	14.900	21.000
Manutención del mismo (ídem).....	5.350	3.600
Gastos de entretenimiento (ídem).....	14.600	16.000
Aprovisionamiento de agua y carbón (ídem).	2.056	"
Interés y amortización (ídem).....	33.700	40.000

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

	VAPOR	MOTOR
Gastos totales del servicio de máquinas (id.)	299.278	168.050
Beneficio anual (idem).....	"	131.228
Carga neta por distancia recorrida (toneladas-millas)	30.000.000	35.000.000
Gastos por tonelada-milla (céntimos).....	1	0,48
Beneficio	"	52 por 100

Los resultados que aparecen en este estudio, y que la Compañía naviera interesada, por lo que a ella afecta, ha considerado absolutamente correctos, demuestran de una manera evidente las inmensas ventajas que el sistema Diesel proporciona para la navegación.

Pero no sólo los consumidores de combustibles derivados del petróleo se hallan interesados en que la introducción de los mismos pueda hacerse en España bajo tarifa razonable.

Recientemente se han formado, o se están formando, importantes Empresas españolas que se proponen la explotación en Méjico de yacimientos petrolíferos. Ahora bien: dada la composición de estos petróleos, cuya riqueza en materias esenciales rara vez pasa del 10 por 100, y ello les hace inadecuado para la obtención de la gasolina, siendo, en cambio, combustibles ideales desde el punto de vista que nos interesa, creemos que, aunque no sea la preocupación actual de estas Empresas la colocación de sus productos, no habría de dejar de interesarles un mercado como el español, que puede llegar a ser nada despreciable y doblemente interesante para empresarios españoles.

Forma en que se propone modificar el Arancel.

Expuestas las consideraciones anteriores, veamos ahora en qué forma pueden modificarse las partidas de nuestro Arancel en forma análoga a la realizada con el francés por la reciente ley de 5 de agosto.

Lo dispuesto en dicha ley puede resumirse en los siguientes párrafos:

1.° Intervención del Estado en las refinerías. A la salida de éstas, los productos de refinación pagarán, según las tarifas expuestas descendentes, desde las esencias hasta los combustibles.

2.° Prohibición a los particulares de importar esencias y lubrificantes. Podrán importar combustibles por la tarifa reducida obligándose a no refinarlos.

Por lo visto, no ha embarazado a los legisladores franceses el ho-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

rror a la posibilidad de fraude, en el que parece inspirado nuestro Arancel.

Estas mismas disposiciones francesas podrían perfectamente ser aplicadas a nuestro Arancel, dejando subsistente la partida 19 y englobando las 20 y 22, que, como hemos dicho, se refieren a productos únicamente aptos para la combustión en una sola partida con cuota reducida de 0,4 pesetas los 100 kilos.

Pero la prohibición de importar lubrificantes obligaría a cambiar radicalmente el modo de funcionamiento de las refinerías actuales.

En efecto: si nos fijamos en la composición de los petróleos brutos que hoy se producen con un por ciento medio de 25 en materias esenciales y en los resultados obtenidos en las refinerías españolas, sacamos la consecuencia de que las substancias que éstas importan es un producto sintético mezcla de gasolina y residuo, que les permite gozar de los beneficios de la tarifa 23, en relación con la 27, con un trabajo de destilación puramente nominal.

Los residuos en la mezcla deben, por lo visto, venir dosificados en forma que permita la aplicación de la citada tarifa 23; y claro está que así no se fabrican lubrificantes ni combustibles, sino únicamente la gasolina y una especie de borra destinada al engrase de vagones.

Así se da la anomalía de que la tarifa 22, que se refiere a productos más impuros y únicamente aptos, como hemos dicho, para el empleo de combustibles, sea más elevada que la 23.

Pero al Estado y a los refinadores actuales corresponde únicamente resolver si les conviene o no que las refinerías españolas se transformen en industrias análogas a las que la legislación francesa supone. Ellos también, y los industriales interesados en motores de explosión tratarán, si debe dejarse subsistente la enorme cuota que hoy grava la entrada de la gasolina.

A los industriales constructores de motores de combustión interna, o consumidores en una u otra forma de combustibles derivados del petróleo, únicamente interesa lo que a continuación exponemos como resumen de este trabajo.

Que las partidas 20 y 22 se engloben en una sola que diga así:

"*Petróleos y residuos de destilación del petróleo que dejen por destilación a trescientos grados más de ochenta por ciento de residuo, que contengan más del diez por ciento de alquitrán sulfúrico emitan vapores inflamables antes de ciento cincuenta grados y produzcan un aumento de temperatura superior a tres grados al ser tratados por el ácido sulfúrico concentrado, pesetas* 0,4 *los cien kilos.*"

Será estrictamente prohibida, bajo las penas más severas, la refinación ulterior de los productos importados por esta tarifa.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

No dejamos de comprender que es un peligro, tanto para los intereses del Estado, como para la tranquilidad de los importadores de buena fe, que productos los más semejantes entre sí y más difíciles, por lo tanto, de diferenciar, como son los lubrificantes y combustibles, estén, respectivamente, gravados por las tarifas máxima y mínima del Arancel.

Es de temer que el Estado, aun mostrándose propicio a la modificación del Arancel que se interesa, alarmado ante la posibilidad de introducciones fraudulentas, fuerce las exigencias definidoras del carácter de combustible en tal forma, que los haga inadecuados para su empleo en el motor Diesel.

Creemos que los industriales deben oponerse con todas sus fuerzas a que este criterio prospere; pues la experiencia ha demostrado que es peligroso, para el empleo en motores, el pasar del 10 por 100 en alquitrán sulfúrico, y así se ha reconocido en Italia, donde se tiene en estudio el rebajar el 15 por 100 exigido en su tratado con Rumania.

Mucho más lógica y más equitativa en sí misma aún, sin relación con el objeto que nos ocupa, sería, a nuestro juicio, una solución, consistente en rebajar considerablemente los derechos de entrada de los lubrificantes, que, contra toda razón, pagan hoy 400 pesetas en tonelada; cifra enorme aun en el país donde la gasolina paga 300 pesetas."

Esta Memoria mereció una amplia discusión, en la que tomaron parte los Sres. González Llana, Eguía y Flórez.

El Sr. GONZALEZ LLANA intervino para significar la resistencia que la industria carbonera española opondría a toda modificación en el régimen fiscal de combustibles que podrían presentarla una seria competencia, y, por tanto, no convenía fijar cifras, como lo hace el Sr. Ortiz Artiñano en su trabajo, sino dejar al Gobierno la iniciativa de esta cuestión.

El Sr. EGUIA indicó que la rebaja debía hacerse extensiva a todos los combustibles.

El Sr. FLOREZ hizo observar que la rebaja arancelaria debe llevarse a cabo sin perder de vista la protección que merece la industria nacional.

El Sr. MORILLO dió lectura a la conclusión del trabajo del señor Salto referente al abaratamiento de los combustibles, así como a otra del trabajo del Sr. Samaniego, aprobándose a propuesta suya una conclusión sintetizando las tres de los trabajos indicados con la modificación propuesta por el Sr. Flórez.

Igualmente, a propuesta del Presidente, Sr. MORILLO, se aprobó una conclusión referente a la creación de un Laboratorio Central, y se

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

acordó conceder a la Junta Directiva del Instituto de Ingenieros Civiles un voto de confianza para que decida fecha y lugar en que el segundo Congreso Nacional de Ingeniería haya de celebrarse.

Y habiendo terminado la lectura y discusión de los trabajos señalados en el orden del día, esta Sección dió por terminadas sus tareas.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

SECCION 3.ª

CONCLUSIONES APROBADAS

PREVIA MODIFICACIÓN

PRIMERA

"Los motores para el resurgimiento industrial".

a) Al organizar un plan nacional de resurgimiento industrial, es de capital importancia buscar los medios que proporcionen a la industria nacional energía motriz segura y a bajo precio.

b) Interesa, en primer término, conseguir la utilización de las llamadas fuerzas naturales y, muy particularmente, la de la energía hidráulica disponible en el territorio nacional, distribuyéndolas en forma que se beneficie de ella en todo el territorio.

c) Debe procederse a la ejecución de la red nacional de distribución de energía eléctrica con carácter de urgencia, en consonancia con el informe presentado por la Comisión permanente española de Electricidad, una vez completado el estudio, como medio eficaz de conseguir el abaratamiento de la fuerza motriz.

d) El Estado debe reglamentar la forma en que pueden emplearse los combustibles minerales, para estimular su utilización completa; gravar los carbones que se quemen directamente a medida que sea posible, y dar facilidades que abaraten el uso de combustibles gaseosos y líquidos obtenidos por destilación de preferencia y gasificación de los minerales, los cuales deben ser los que se reserven para usos domésticos.

e) Como contrapartida del contenido en la conclusión anterior, conviene aumentar los impuestos que gravan los vehículos de dos rue-

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

das, cualquiera que sea el fin a que se destinen, y gravar también paulatinamente con impuestos crecientes los animales destinados a arrastre. En los puertos, en las urbes de 100.000 habitantes y en las regiones mineras e industriales, los impuestos sobre carros de dos ruedas y animales de tiro pueden ser prohibitivos, reservando el arrastre de sangre para la Agricultura y casos particulares en el que la tracción mecánica no sea posible.

f) Los talleres y fábricas, lo mismo que los materiales y combustibles que se destinen a la fabricación de motores y de material de transporte, deben merecer preferente atención y la protección de los Poderes públicos.

g) Revisión de la ley de Aguas, en lo que se refiere a energía hidráulica.

SEGUNDA

"Unificación de signos convencionales".

Las Comisiones encargadas de estudiar la unificación de tipos y sistemas de unidades se ocuparán también de la unificación de signos convencionales empleados en Mecánica, Electricidad y Construcción.

TERCERA

"Laboratorios aerotécnicos".

a) España debe crear, sin más dilación, uno o varios Laboratorios Aerotécnicos.

b) En ellos debe tomarse como sistemas de experiencias el aeroplano-laboratorio y el túnel grande, a lo menos, de ocho metros de diámetro, túnel cerrado para que el esfuerzo del ventilador, una vez creada una corriente de aire solo, tenga que emplearse en vencer los rozamientos del flúido con las paredes y los remolinos de la masa de aire.

c) Debe concederse primordial importancia a la experimentación de hélices sustentadoras aplicables a los helicópteros.

d) Deben fomentarse los estudios aerológicos con relación a la navegación aérea.

e) En estos laboratorios ha de evitarse el exclusivismo y, en especial, que se dediquen a la experimentación de ideas del personal fijo de los mismos, postergando los ensayos de ideas ajenas.

f) Debe evitarse el defecto contrario de ser accesibles en exceso

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

a ensayos que tengan pocas probabilidades de éxito y a invenciones poco meditadas o excesivamente empíricas.

g) Las ideas más opuestas deben tener cabida en estos laboratorios, sin más limitación que las de someterlas al tamiz de informes serios.

h) En los laboratorios habrá personal fijo y personal que se renovará periódicamente, aunando así la continuidad necesaria a una sistemática experimentación, con el cambio de ideas y métodos, eficaz para todo progreso científico.

i) A los resultados experimentales se les dará la máxima publicidad con el mínimo retraso.

j) Para coordinar los esfuerzos se impone la existencia de una Junta de Patronato o Comité técnico revestido de la mayor autoridad y con funciones y poderes análogos a los del "British Advisory Committee for Aeronatic", existente en Inglaterra.

CUARTA

"La locomoción aérea y su organización en lo futuro".

a) Debe empezar a ponerse orden en la locomoción aérea; que se marquen, aunque sea provisionalmente, los requisitos que tienen que cumplir los aparatos para viajar, y, por lo tanto, que se hagan inscribir, tomando como base los aerodromos y, al principio, gratuitamente, se les dé una licencia de circulación a los que estén matriculados.

La licencia de conducir se puede substituir por el título de piloto de la Federación Aeronáutica Internacional, y los demás papeles y requisitos se pueden fijar desde luego en forma parecida a la que se emplee en el Mar.

b) Los aerodromos de frontera deben empezar a funcionar inmediatamente, para lo cual, en cuanto se instalen, debe hacerse saber a las demás naciones la obligación en que están los aparatos que pasen por España de visar sus documentos en dichos puntos y las penalidades en que incurrirán los que, habiendo faltado a dicho requisito, tengan que aterrizar en el territorio de la Nación.

c) Estas conclusiones deben estudiarse urgentemente con el mayor detalle y ser puestas en vigor inmediatamente. Para todo esto debe facultarse a un organismo, con el nombre de "Dirección general de Aeronáutica", u otro análogo, para que entienda en estas cuestiones, unificando y armonizando los trabajos que de ella dependan.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

QUINTA

"Los propulsores de reacción en aeronáutica".

El Congreso acuerda la conveniencia de estimular a los Ingenieros e inventores para que dirijan sus esfuerzos a la resolución del problema de la propulsión por reacción, cuyo empleo práctico habría de contribuir al progreso de la navegación aérea.

SEXTA

"La capacidad automovilista en España".

a) Solicitar la reforma total de los impuestos sobre los vehículos mecánicos, deslindando el carácter de lujo que ahora, sin excepción, se da a todos los coches de particulares.

b) Gestionar la refección de la red nacional de carreteras y la reforma de éstas, adaptándolas a la moderna locomoción.

c) Establecimiento de la enseñanza especial sobre automovilismo.

SEPTIMA

"Las tarifas de introducción de los combustibles derivados del petróleo".

Los benzoles, esencias, aceites pesados, etcétera, productos de la destilación que se emplean en motores de combustión interna, deben ser adquiridos en condiciones económicas que hagan posible su empleo industrial, para lo cual se rebajarán los derechos de Aduanas en la proporción necesaria a tal fin, y se protegerán las industrias nacionales de destilación de aquellos productos en la medida necesaria para conseguir aquel abaratamiento.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

ÍNDICE DEL TOMO PRIMERO

Páginas.

Preámbulo 3
Comité de Honor 9
Comité Organizador 11
Junta de la Exposición 13
Relación de los señores Congresistas 15
Sesión preparatoria 67
Junta Directiva del Congreso 71
Sesión de apertura del Congreso y Memoria del Secretario, Sr. Pérez-Urruti 73
Discurso del Presidente del Congreso, Sr. Terán 79
Discurso de S. M. el Rey 94
Trabajos de las Secciones 97
SECCIÓN 1.ª—*Obras públicas e Industrias de Transportes* 99
Acta de la sesión celebrada el día 17 de noviembre de 1919 y comunicación del Sr. Egea 101
Nota del Sr. Martínez y Ruiz de la Escalera 118
Comunicaciones de los Sres. Granell y Uriarte 120
Acta de la sesión celebrada el 18 de noviembre de 1919 y comunicación del Sr. López Franco 123
Comunicación del Sr. Sierra 130
Ponencia del Sr. Mendizábal (D. Alfredo) 132
Comunicación del Sr. Vicente 145
Acta de la sesión celebrada el 19 de noviembre de 1919 y Memoria del Sr. A. W. R. Billings 165
Acta de la sesión celebrada el 20 de noviembre de 1919 y ponencia del Sr. Keller 173
Acta de la sesión celebrada el 21 de noviembre de 1919 y ponencia del Sr. Bellido 221
Comunicación del Sr. Barutell 230
Acta de la sesión celebrada el 22 de noviembre de 1919 y ponencia del Sr. Cambó 231
Actas de las sesiones celebradas el 23 de noviembre de 1919 y comunicación del Sr. Rubió 237
Comunicación del Sr. Velasco 269
Comunicación del Sr. Sequeiros 280
Comunicación de la Cámara de Industria de la provincia de Madrid 292
Comunicación del Sr. García Faria 293
Comunicaciones de los Sres. García Faria y Santa Cruz 300

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

Páginas.

Comunicación del Sr. Bores y Romero..... 303
Comunicación del Sr. Bello..... 318
Comunicación del Sr. Jiménez Lluesma..... 319
Acta de la sesión celebrada el 24 de noviembre de 1919..... 341
Comunicación del Sr. Arbex sobre engrapados..... 342
Comunicación del Sr. Arbex sobre un nuevo sistema de presas..... 348
Notas del Sr. Bores..... 351
Notas del Sr. Delclós..... 352
Conclusiones de la Sección 1.ª, aprobadas previa modificación..... 355
Sección 2.ª—*Material de transportes y construcción naval*..... 361
Acta de la sesión celebrada el 18 de noviembre de 1919 y ponencia del Sr. Ortiz de la Torre..... 362
Comunicación del Sr. Ortiz de la Torre..... 375
Ponencia del Sr. G. de Aledo..... 380
Acta de la sesión celebrada el 19 de noviembre de 1919 y comunicación del Sr. Aldereguía..... 397
Comunicación del Sr. Pardo..... 406
Nota del Sr. Espino..... 407
Acta de la sesión celebrada el 21 de noviembre de 1919 y comunicación del Sr. Huidobro..... 411
Comuicación del Sr. Campos y Tomás..... 412
Comunicación del Sr. Fernández Avila..... 419
Comunicación del Sr. Rubió..... 422
Conclusiones de la Sección 2.ª, aprobadas previa modificación..... 435
Sección 3.ª—*Mecánica, motores y máquinas-herramientas*..... 437
Acta de la sesión celebrada el 18 de noviembre de 1919..... 429
Comunicación del Sr. Izquierdo..... 440
Comunicación del Sr. Lucini..... 445
Comunicación del Sr. Moreno Caracciolo..... 453
Acta de la sesión celebrada el 19 de noviembre de 1919 y comunicación del Sr. Ferrer..... 461
Comunicación del Sr. Soto..... 468
Acta de la sesión celebrada el 20 de noviembre de 1919 y comunicación del Sr. López y Soler..... 469
Ponencia del Sr. Sancho..... 470
Comunicación del Sr. Salto..... 508
Comunicación del Sr. González Hontoria..... 520
Acta de la sesión celebrada el 21 de noviembre de 1919 y comunicación del Sr. Mendizábal (D. Domingo)..... 527
Comunicación del Sr. Owipf sobre los motores marinos Diesel..... 532
Comunicación del Sr. Owipf sobre el motor Diesel estacionario..... 535
Comunicación del Sr. Roland (D. Enrique)..... 539
Ponencia del Sr. Kindelán..... 542
Ponencia del Sr. Samaniego..... 561
Acta de la sesión celebrada el 24 de noviembre de 1919 y comunicación del Sr. Sancho (D. Ramón)..... 581
Ponencia del Sr. Barrón..... 615
Ponencia del Sr. Palanca..... 627
Ponencia del Sr. Herrera..... 646
Comunicación del Sr. Ortiz Artíñano..... 659
Conclusiones de la Sección 3.ª, aprobadas previa modificación..... 675

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

Este libro se entrega gratuitamente a los señores socios protectores, corporativos y numerarios del Congreso. Los que no lo sean podrán adquirirlo al precio de **50 pesetas** toda la obra o de **15 pesetas** por tomo suelto.

FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

SUCESORES DE RIVADENEYRA (S.